

STUDIER
ÖVER
TRÅDLIKA PROTOPLASMABILDNINGAR
I VÄXTCELLERNA

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM PROTOPLASMATS
STRUKTUR OCH KONFIGURATION

(MIT DEUTSCHEM RESUMÉ)

AV

ÅKE ÅKERMAN

MED 28 TEXTFIGURER

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

64055

STUDIER
ÖVER
TRÅDLIKA PROTOPLASMABILDNINGAR
I VÄXTCELLERNA

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM PROTOPLASMATS
STRUKTUR OCH KONFIGURATION

(MIT DEUTSCHEM RESUMÉ)

AV

ÅKE ÅKERMAN

FIL. LIC., Hb.-La.

AKADEMISK AVHANDLING,

SOM MED VEDERBÖRLIGT TILLSTÅND FÖR VINNANDE AV FILOSOFISK DOKTORSGRAD
TILL OFFENTLIG GRANSKNING FRAMSTÄLLES Å BOTANISKA INSTITUTIONENS
HÖRSAL TISDAGEN DEN 14 DECEMBER 1915 KL. 10 F. M.

MED 28 TEXTFIGURER

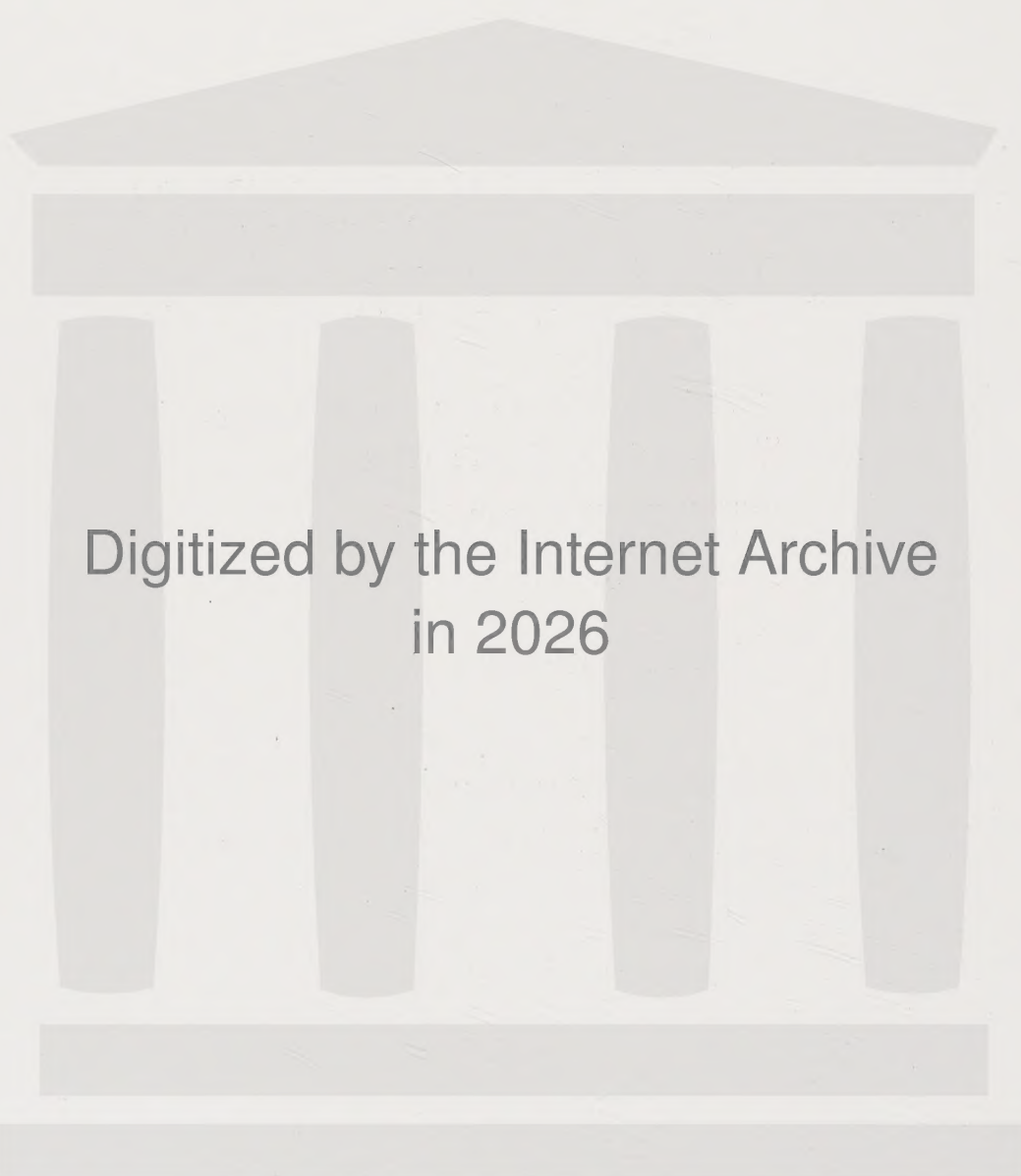
LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553402_0031

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr 4.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 27. Nr 4.

STUDIER

ÖVER

TRÅDLIKA PROTOPLASMABILDNINGAR
I VÄXTCELLERNA

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM PROTOPLASMATS
STRUKTUR OCH KONFIGURATION

(MIT DEUTSCHEM RESUMÉ)

AV

ÅKE ÅKERMAN

MED 28 TEXTFIGURER

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet d. 18 maj 1915.

LUND 1915

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Föreliggande avhandling utgör resultatet av vissa undersökningar angående protoplasmats struktur och konfiguration, med vilka jag under de sista åren varit sysselsatt.

Ursprungligen avsågo dessa undersökningar blott att vinna en mera ingående kännedom om de av LIDFORSS (1908) beskrivna kinoplasmastrukturernas förekomst och betydelse. Bland annat var det min mening att försöka fastställa, huruvida de mellan kromatoforerna uppträdande kinoplasmatrådarna vid kloroplasternas lägesförändringar förhöllo sig på samma sätt, som de av KNOLL (1908) samt LINSBAUER och ABRANOWICZ (1909) närmare studerade trådstrukturerna hos *Funaria hygrometrica*. Vid de undersökningar, som jag med anledning härav företog, lyckades jag emellertid snart i åtskilliga fall konstatera vissa fakta, vilka erbjödo en principiell avvikelse mot en del av de av LIDFORSS lämnade uppgifterna rörande de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas förhållande till cellkärna, kärnmembran och hyaloplasma.

Enligt LIDFORSS (s. 31 ff.) skulle ju de omtalade kinoplasmastrukturerna vara antingen direkta utskott från cellkärnan eller dess membran eller också representera i cytoplasmat förekommande trådar, som voro bildade av en med kärnmembranen identisk eller närbesläktad substans.

Hos de av mig närmare undersökta växterna stodo verkliga kärnutskott emellertid trots ivriga efterforskningar icke att upptäcka. Visserligen förekom i många fall ett ofta rikt förgrenat nätverk av trådlika bildningar, av vilka en del ansatte vid cellkärnan, men dessa visade sig vid noggrann undersökning vara »vanliga» plasmasträngar av sedan länge välbekant slag (se t. ex. HOFMEISTER 1867, s. 35—39).

För att vinna fullständig klarhet rörande de kinoplasmatiska kärnutlöparnas natur syntes mig dock ett större antal undersökningar av nöden. Med anledning härav beslöt jag i samråd med professor LIDFORSS, att åtminstone tills vidare uppskjuta mina ursprungligen planlagda arbeten och påbörjade i stället en serie morfologiska undersökningar över s. k. kinoplasmatiska kärnutlöpare och förbindelsestrådar. För dessa studier redogöres närmare i detta arbetes första del.

Dessa undersökningar företogs till en mycket stor del under professor LIDFORSS egen ledning och voro i alla väsentliga delar avslutade redan våren 1913, då de viktigare resultaten jämte resultaten av en del andra undersökningar över pro-

toplasmats struktur, sammanfattades till en ganska utförlig, icke offentliggjord licentiatavhandling, som av professor LIDFORSS själv granskades och godkändes.

Hos alla då undersökta växter hade jag endast vunnit fullkomlig bekräftelse på riktigheten av mina egna nyss nämnda iakttagelser angående de s. k. kinoplasmatiska kärnutlöparnas natur. Nya undersökningar av ett större material hava, såsom vi i det följande skola se, givit samma resultat.

I samband med mina experimentella undersökningar över de kinoplasmatiska förbindelsetrådarnas roll vid kloroplasternas rörelser, blev jag också i tillfälle att göra en del iakttagelser rörande protoplasmats struktur och konfiguration under olika yttre betingelser. Då dessa iakttagelser delvis syntes mig ganska intressanta och då systematiskt genomförda fysiologiska undersökningar häröver ännu icke föreligga, ehuru önskvärdheten därav från åtskilliga håll påpekats, beslöt jag efter någon tid att kombinera mina ovan omnämnda kinoplasmastudier med experimentella undersökningar av protoplasmats struktur och konfiguration.

I detta arbete (del II) redogöres emellertid blott för de undersökningar, som behandlat protoplasmats konfigurationsförändringar. En del andra till stor del i Leipzig under professor PFEFFERS ledning företagna undersökningar över protoplasmats struktur komma först senare att på annat ställe offentliggöras.

Till min mångåriga vän och lärare Professor BENGT LIDFORSS, som givit mig det första uppslaget till dessa undersökningar, står jag i stor tacksamhetsskuld för en aldrig svikande vänskap och för det intresse, med vilket han alltid följde mina studier och i synnerhet dessa mina undersökningar.

Likaledes är det mig en angenäm plikt att till Herr Professor H. NILSSON-EHLE få frambära min varma tacksamhet för den välvilja, som jag av honom alltid fått röna, och för det intresse han visat för mina vetenskapliga arbeten.

Ej mindre tack är jag skyldig Herr Professor Sv. MURBECK för den beredvilighet, med vilken han, under den tid han var föreståndare för Lunds Botaniska Institutions Fysiologiska avdelning, städse främjat mitt arbete genom att ställa alla Institutionens resurser till mitt förfogande.

Likaledes står jag i stor tacksamhetsskuld till Herr Professor O. NORDSTEDT för all den hjälp han berett mig vid mina litteraturstudier och till Herr Amanuensen E. NAUMANN för många värdefulla råd och anvisningar.

I. Undersökningar över s. k. kinoplasmatiska förbindelsetrådar mellan cellkärna, hyaloplasma och kromatoferer.

Inledning.

I åtskilliga under de sista årtiondena offentliggjorda botaniska arbeten förekomma uppgifter om att cellkärnan i växtcellerna genom ett specifikt slag av trådlika bildningar skulle stå i direkt förbindelse med cytoplasmats hudskikt och med kromatoferer, stärkelsekorn och elaioplaster.

Redan år 1893 hade STRASBURGER (s. 98 ff.) uttalat den förmodan, att cellkärnan genom från det övriga cytoplasmat avgränsade trådar (kinoplasmatrådar) skulle vara förbunden med protoplasmas hudskikt utan att dock kunna lämna några på cytologiska iakttagelser grundade bevis härför.

Gent emot detta antagande framhöll emellertid HARPER några år senare (1897, s. 281) »dass eine solche Verbindung durch Kinoplasmafäden zwischen Kernen und Hautschichten in ruhenden Zellen nicht nachweisbar sei, und dass sie auch kaum möglich erscheine dort, wo das Körnerplasma samt Kernen in Bewegung begriffen ist, die Hautschicht aber ruhe» (cit. efter STRASSBURGER 1897, s. 384).

STRASBURGER medgav snart det berättigade i denna HARPERS kritik (1897, s. 384), men menade dock, att i embryonala och merestematiska vävnader dylika kinoplasmatrådar voro förhanden.

En reell basis vann denna STRASBURGERS förmodan om förekomsten av direkta förbindelsetrådar mellan cellkärna och hyaloplasma emellertid först genom Miehes år 1899 offentliggjorda undersökningar över cellkärnan i bladerpidermiscellerna hos *Hyacinthus orientalis*. På material, som fixerats med FLEMMINGS lösning och färgats med saffranin-gentianaviolett-orange, hade MIEHE kunnat fastställa, att de här förekommande starkt spolformade cellkärnorna voro utdragna i 3—4 utskott (»Zipfel«), vilka kontinuerligt övergingo i på sina ställen förgrenade fibriller av violett färg, som slutade i protoplasmas hudskikt (s. 387—388). Dessa »upphängningstrådar» visade sig vara tydligt avgränsade från det övriga cytoplasmat, och då de dessutom vid användande av den förut nämnda färglösningen färgades violetta, ansåg MIEHE, att de voro bildningar av kinoplasmatisk natur. MIEHE påpekar också, att han var övertygad om,

att sådana kinoplasmatrådar vid »exakt» färgning även skulle kunna påvisas i håren hos *Pelargonium zonale* och i bladen av *Helleborus niger*, varest spolformade cellkärnor förekomma. Även hos andra växter antar Miehe att liknande kinoplasmatrådar äro för handen (»trotzdem ihr nachweis nicht überall gelingt», s. 390).

Riktigheten av detta senare antagande syntes på ett glänsande sätt bliva bevisad genom LIDFORSS år 1908 offentliggjorda arbete »Ueber kinoplasmatische Verbindungsfasern zwischen Zellkern und Chromatophoren».

Hos ett stort antal, i systematiskt hänseende vitt skilda kärleväxter, hade LIDFORSS lyckats iakttaga trådlika protoplasmabildningar, vilka enligt hans mening (s. 1) antingen voro direkta kärnutskott, som genomsatte cytoplasmat eller också utlöpare från kärnmembranen. Denna senare angives av LIDFORSS som ett erytrofilt hölje, vilket omgiver kärnans kyanofila grundmassa. Dessa kinoplasmastrukturer slutade, liksom de av MIEHE upptäckta kinoplasmatiske upphängningstrådarna, med vilka de av LIDFORSS också indentifierats, antingen i hyaloplasmat, eller också trädde de i förbindelse med kromatoforer, stärkelsekorn eller elaioplaster (LIDFORSS, s. 36). De kromatoforer eller stärkelsekorn, som ej stodo i direkt sammanhang med cellkärnan genom dylika kinoplasmasträngar kommunicerade oftast »teils mit den direkt verbundenen, teils unter sich (und zwar) durch Plasmafasern, welche abgesehen von der geringeren Mächtigkeit, vollkommen mit dem vom Zellkern ausgehenden Kinoplasmafasern übereinstimmten» (1908, s. 31).

Trådlika kärnutskott av samma slag som dessa av MIEHE och LIDFORSS beskrivna hava också iakttagits av MALTE (1908, 1910) hos ett par *Euphorbiaceer* (*Mercurialis annua*, *Euphorbia hypericifolia* och *Euphorbia tetragonia*).

Även SCHILLER (1911, s. 272) har hos *Antithamnion cruciatum* f. *tenuissima* observerat kärnutskott (»Kernfortsätze»), som skulle vara identiska med dessa kinoplasmatrådar.

Av dessa undersökningar att döma tycktes således dylika kinoplasmatrådar vara mycket vanliga i växtcellerna. LIDFORSS (s. 36) trodde för sin del också att cellkärnan normalt (»normalweise») var förbunden med kromatoforerne genom sådana [»wenn man die Einschränkung macht, dass die Ausbildung der fraglichen Strukturen sowohl von inneren Bedingungen (Alterstadium, Winterruhe, u. s. w.) wie von äusseren Umständen (Temperatur, traumatischer Reiz, u. s. w.) beeinflusst wird.»] Att de kinoplasmatiske förbindelsestrådarna förut dock varit så gott som fullständigt förbisedda, skulle, så vitt det av LIDFORSS arbete framgår, kunna sättas i samband därmed, att de vid fixering med vanliga fixeringsvätskor så lätt förstöras.

LIDFORSS anför emellertid själv en del i den botaniska litteraturen förekommande uttalanden, som enligt hans mening skulle tyda på att liknande bildningar tillfälligtvis iakttagits av äldre forskare. Så menar han (1908, s. 4) t. ex., att några av de bilder, vilka HABERLANDT (1887) meddelat i sitt bekanta arbete »Über die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen» hänföorde sig till liknande strukturförhållanden. Detsamma skulle enligt LIDFORSS (s. 5) också vara fallet med några av de av NEMEC (1901) iakttagna och avbildade retningsledande trådstruk-

turerna. Likaledes höll LIDFORSS det för sannolikt, att vissa av MOTTIER (1898, s. 126), BOUIN (1898, s. 225), ROSEN (1894, s. 249), JUEL (1900 s. 634) m. fl. iakttagna egendomliga trådlika differentieringar i cytoplasmat voro homologa med de av honom upptäckta kinoplasmastrukturer, och detsamma ansåg han också vara förhållandet med de av HABERLANDT (1888) i barkparenchymet hos *Selaginella Martensii* iakttagna förbindelsetrådarna mellan kloroplasterna.

De nu beskrivna kinoplasmastrukturer har man velat tillskriva en mycket viktig roll i cellens liv. Så anser till exempel MIEHE (1899, s. 386) att de kinoplasmatiska »upphängningstrådarna» skulle vara av betydelse vid cellkärnans formförändringar och att kärnans spolförmiga gestalt i epidermiscellerna hos *Hyacinthus orientalis* skulle vara en tvångsform, beroende på närvaron av vid hyaloplasmat fastväxta kinoplasmaträdar. Denna deras betydelse har emellertid förnekats av SCHILLER (1911, s. 281) emedan enligt hans mening sådana strängar av cytoplasmatisk natur äro allt för mjuka och elastiska för att vara i stånd att uttänja den säkerligen betydligt fastare kärnan.

Såväl LIDFORSS (1908, s. 38) som SCHILLER (1909, s. IV) hava även i dessa kinoplasmaträdar velat se ett slag av »Reizleitungsbahnen», längs vilka impulser skulle ledas från kärnan till protoplastens övriga organ. Vissa av LIDFORSS gjorda iakttagelser (s. 37) tycktes också tala för att de skulle spela en viss roll vid kloroplasternas rörelser (»und zwar nicht nur als passive Translocationsbahnen, sondern anscheinend auch als aktiv wirksame Bewegungsmechanismen»).

Såsom förut redan framhållits, lyckades jag vid en undersökning, som ursprungligen avsåg att närmare klarlägga de kinoplasmatiska förbindelsetrådarnas roll vid kloroplasternas lägesförändringar, göra en del morfologiska iakttagelser rörande dessa strukturer, av vilka det framgick, att de nu refererade undersökningarna i vissa hänseenden svårigen kunde vara riktiga. En närmare undersökning härav syntes mig emellertid önskvärd, och med anledning härav beslöt jag uppskjuta de undersökningar, som jag ursprungligen planlagt för att i stället göra de s. k. kinoplasmatiska upphängnings- och förbindelsetrådarna till föremål för mera ingående morfologiska studier.

Dessa studier, som framför allt hava berört de nämnda kinoplasmastrukturernas förhållande till cellkärna, kärnmembran och hyaloplasma samt deras förändringar under olika yttre betingelser, hava huvudsakligen avsett att vinna en mera ingående kännedom om dessa bildningars natur och deras förhållande till andra i växtcellerna förut iakttagna trådlika protoplasmabildningar.

Vid dessa undersökningar har jag av lätt förstådda skäl huvudsakligen använt mig av samma undersökningsmaterial som MIEHE (1899) och LIDFORSS (1908), liksom jag också med stor fördel betjänat mig av den av LIDFORSS i detta arbete beskrivna fixeringsmetoden.

Metodik.

De i det följande framlagda undersökningarna hava företagits dels på levande, dels på fixerat material.

Vid undersökning av levande celler har jag vanligen använt ganska tjocka, med rakkniv förfärdigade snitt, vilka inneslutits i vattenledningsvatten eller 5 % rörsockerlösning. I de fall täckglas använts, stöddes dessa alltid av små täckglas-skärvor eller kapillärstycken.

Trots alla försiktighetsåtgärder inträder dock i följd av läderingen efter någon tid i synnerhet i cytoplasmat icke obetydliga förändringar, vilka även i mer eller mindre hög grad beröra de oss här intresserande strukturerna. Med anledning härav kontrollerade jag så vitt möjligt mina på levande material gjorda iakttagelser genom att samtidigt studera snitt, som fixerats efter den av LIDFORSS (1908) beskrivna osmium-alkoholmetoden.

Då jag genom flera års erfarenheter angående denna metod funnit det lämpligt att i vissa hänseenden modifiera densamma, torde en detaljerad redogörelse för det av mig använda förfaringssättet vara på sin plats.

Denna metod grundar sig, som bekant på OsO_4 -gasens förmåga att hastigt intränga och döda plasmat, utan att några deformationer där hinna inträda. Ju starkare »osmiumsyra» man använder, desto bättre resultat bör man naturligtvis kunna vänta sig, något som vid en jämförande undersökning med olika starka osmiumsyrelösningar till fullo kunde bekräftas. I stället för en 2 % lösning av OsO_4 , som LIDFORSS föreskrivit, användes därför vanligen en sådan, som på 30 ccm H_2O innehöll 1 gr OsO_4 (ung. 3,30 %). Denna lösning förvarades i en flaska av brunt glas rymmande ungefär 50 ccm¹.

De med rakkniv förfärdigade handsnitten infördes omedelbart medelst en pincett eller preparernål i den med osmiumsyreångor mättade luften ovanför lösningens yta. Vanligen visade sig en exponeringstid av 10—15 sek. tillräcklig, ehuru denna dock ibland måste ökas med några sekunder, något, som alltid var fallet, då det gällde att fixera relativt tjocka snitt eller celler med förkorkade eller starkt kutikulariserade väggar.

Efter fixeringen med osmiumångor härdades snitten på av LIDFORSS (s. 8) beskrivet sätt i alkohol i stigande koncentration och nedlades således först i 10 %

¹ Vid fixering med denna metod får man noga tillse, att den använda lösningen ej är för gammal, emedan sådana lösningar på grund av reduktion och avdunstning av gasformig OsO_4 ganska snart bliva obrukbara.

alkohol för att sedan efter 3—5 min. överföras i 15—20—25—30—35—40 %. I 40 % alkohol fingo de ligga ett par timmar, varefter de överflyttades i 50-procentig, där de vanligen fingo förbliva en längre tid (12—24 timmar). I många fall erhöles mycket bra preparat genom att från 10 % alkohol efter 5 min. överföra snitten i 20 % och därpå efter ytterligare 10 min. i 30 % och slutligen i 40 % alkohol. Ibland visade det sig tillräckligt att efter osmiumbehandlingen nedföra snitten direkt i 40 % alkohol.

Ifall preparaten icke skulle inneslutas i kanadabalsam härdades de ej med starkare alkohol än 50-procentig, emedan cytoplasmasträngarna i mera koncentrerad alkohol bliva mycket spröda och ytterligt lätt brista sönder¹. Efter behandlingen med 50 % alkohol överfördes snitten därför åter i 40 % samt efter minst 10 min. i 20 % alkohol, och slutligen efter ytterligare 10 min. i dest. vatten.

Genom att fixera snitt, som först noggrant studerats under mikroskopet, har jag upprepade gånger kunnat fastställa, att överensstämmelsen mellan de levande och fixerade cellerna var anmärkningsvärt stor. Detta gäller så väl kärna som plasma. För jämförelses skull prövades emellertid också en del andra fixeringsmedel (FLEMMINGS, HERMANN'S, CARNOY'S lösningar, absolut alkohol, alkohol-ättiksyra m. fl.) men angående dessa kunde jag liksom LIDFORSS (s. 24) fastställa, att de i stort sett icke giva goda resultat, då det gäller att konservera plasmastrukturer i utvuxna vegetativa celler med tunn plasmasäck och stor vakuol.

Även jod, som av TUNMANN (1913, s. 465) använts för fixering av plasmasträngar, har i regel givit sämre resultat än osmium-alkoholmetoden. Dock har härmed ibland ganska goda preparat erhållits t. ex. av *Aucuba japonica* (bladeperidermis och svampparenchym) samt *Anemone nemorosa* (bladeperidermis).

Osmium-alkoholmetodens stora företräden framför andra fixeringsmetoder skulle enligt LIDFORSS (s. 29) kunna förklaras genom följande förhållanden: »Die lipoid-lösliche und demgemäss leicht eindringende Osmiumsäure verändert offenbar die Quellbarkeit der plasmatischen Eiweissstoffe derartig, dass die vitale Architektur in ihren gröberen Umrissen vorübergehend eine gewisse Stabilität erhält, die dann durch die Einwirkung des allmählich ansteigenden Alkohols definitiv erhalten wird. Es ist aber zu bemerken, dass Osmiumdämpfe eine viel günstigere Wirkung ausüben als gelöste Osmiumsäure. Dies steht offenbar im Einklang mit der von KURZWELLY (1902, s. 291) gemachten Erfahrung, dass giftige Stoffe im allgemeinen dampfförmig intensiver wirken als im flüssigen Zustande; auch sind wohl die Bedingungen für eine postmortale Erhaltung der Plasmastructuren etwas günstiger, wenn von aussen kein Wasser in die Zelle eindringt.»

I många fall undersöktes de på ovan beskrivna sätt fixerade snitten inlagda i vatten eller glycerin. Vanligen färgades de dock med fuchsin-jodgrönt.

De med destillerat vatten grundligt uttvättade snitten behandlades i så fall med den av ZIMMERMAN (1896, s. 6) föreskrivna blandningen av dessa färgämnen²

¹ Även MALTE (1910, s. 36) har funnit det vara lämpligast att icke hårda snitten i starkare alkohol.

² 1 Vol. konz. wässeriger Fuchsinlösung.

2 » 0,1 Proz. wässeriger Jodgrünlösung.

under minst 5 min. och ibland ännu längre. Sedan färglösningen därpå noggrant avtvättats, granskades snitten under mikroskopet, och om de visade sig överfärgade, avfärgades de åter försiktigt med en lösning av 50 % alkohol, som på 100 ccm. dessutom innehöll en eller ett par droppar isättika. Naturligtvis avlägsnades denna senare vätskan omsorgsfullt genom tvättning med destillerat vatten.

Denna färgning lyckades i regel alldeles utmärkt, och en så kortvarig osmium-behandling tyckes således ej, som LIDFORSS (s. 10) också kunnat fastställa, inverka menligt på kärnssubstansens färgbarhet.

I den händelse jag önskade förfärdiga »Dauerpräparat» av de på ovan beskrivna sätt fixerade och färgade snitten, inneslötos dessa vanligen i glycerin eller glycerin-gelatin. Vid överförandet från vatten i glycerin måste alltid en viss försiktighet iakttagas. Om ren, koncentrerad glycerin direkt tillsättes, skrupna nämligen ibland de fixerade protoplasterna, varvid plasmasträngarna naturligtvis till stor del brista sönder. Mycket fördelaktigt visade sig därför det förfaringssätt, som jag vid konservering av plasmolyserade protoplaster använt (ÅKERMAN 1914, s. 229). Snitten inneslötos först i vatten under relativt stora täckglas, vilka stöddes av små kapillärstycken. På ett ställe vid täckglasets kant anbragtes därefter försiktigt en eller ett par droppar glycerin, så att denna blott helt långsamt inträngde och så småningom blandade sig med vattnet. Allt eftersom vattnet avdunstade tillsattes en ny droppe glycerin och efter 24 timmar kunde snitten utan risk inneslutas i ren glycerin. Trots alla försiktighetsåtgärder var det dock ibland så gott som omöjligt att av de fixerade och färgade snitten förfärdiga goda »Dauerpräparat», och därför föredrog jag i många fall att undersöka dem inneslutna i vatten.

Då jag av någon anledning önskade använda kanadabalsam som inneslutningsmedel — något som mycket sällan förekom — måste snitten naturligtvis först hava behandlats med absolut alkohol. Från 50 % alkohol överfördes de då med 10—30 min. intervaller till 60—70—80—90 och 95-procentig. I den senare lösningen fingo de kvarligga ett par timmar, varpå de överflyttades i ett kärl med absolut alkohol. Efter 12 timmar överfördes de därpå så småningom i destillerat vatten, varefter de på vanligt sätt färgades och inneslötos i kanadabalsam.

På ovan beskrivna sätt fixerade och färgade i glycerin-gelatin inneslutna preparat ha naturligtvis endast begränsad hållbarhet. Dock har jag i min ägo sådana, som äro mellan 2 och 3 år gamla, i vilka ännu icke varken plasmats eller kärnans struktur på något synbart sätt förändrats.

De i det följande behandlade trådlika protoplasmabildningarna framträda mycket tydligt redan vid måttligt hög förstoring (ung. 700 ggr.) och bäst vid belysning med auerljus. Som ljuskälla användes därför en vanlig auerlampa, uppställd på 5 dm avstånd från mikroskopspegeln.

Då jag vid studier av levande material önskade undvika för stark uppvärmning, placerades mellan ljuskällan och mikroskopspegeln en 5 cm bred kuvett med kallt vatten.

Speciella iakttagelser.

Ranunculus Lingua.

I de subepidermala parenchymcellerna från de vintergröna, krypande rhizomen och de övervintrande bladens skaft äro de oss här intresserande trådstrukturerna vanligen synnerligen väl utbildade, varför jag vid dessa mina undersökningar i stor utsträckning använt mig av detta material.

Särskilt tydligt framträda desamma i snitt från rhizom, som under några timmar förvarats i vattenledningsvatten vid rumstemperatur.

Undersöker man med medelmåttigt stark förstoring (ung. 500 ggr.) utvuxna celler av snitt, som fixerats efter den ovan beskrivna osmium-alkoholmetoden och färgats med fuchsin-jodgrönt, förefaller nog i många fall den av LIDFORSS (s. 1 o. 12) uttalade uppfattningen angående de här förekommande trådlika protoplasmabildningarnas lokalisation och förhållande till cellkärna och kärnmembran fullkomligt riktig.

Den vanligen spolformade, blåfärgade cellkärnan, som i äldre celler i regel är belägen vid en av cellens långväggar, synes omgiven av ett rödfärgat hölje (enligt Lidforss = kärnmembranen), från vilket tydligt rödfärgade fina trådar utstråla i olika riktningar. Kärnsubstansen tyckes vanligen utan gräns övergå i detta hölje och i trådarna, av vilka en del, dock icke alla, som LIDFORSS påstår, träda i förbindelse med kloroplaster. Dessa senare äro också då och då förbundna med varandra genom liknande plasmatrådar (fig. 1).

Enligt LIDFORSS skulle ju dessa från cellkärnan utlöpande trådstrukturer icke vara cytoplasmasträngar i vanlig bemärkelse utan kinoplasmasträngar, d. v. s. ett slag av trådlika differentieringar i cytoplasmat bildade av en med kärnmembranen identisk eller åtminstone närbesläktad substans (Lidforss 1908, s. 1 och 32).

Vid en ingående undersökning av levande celler med ett relativt litet antal kloroplaster vid hög förstoring (1,200 ggr.), visade sig de från cellkärnan utlöpande rödfärgade trådarna i de flesta fall icke — såsom det av LIDFORSS figurer (1 och 2) synes framgå — lokalisera till det i fixerat tillstånd svagt granulerade väggplasmata, utan de genomsätta i stället vakuolen. Vanligen förgrena de sig en eller flera gånger för att till sist ansätta vid väggplasmata och de där belägna kloroplasterna på det sätt, som framgår av min figur 1¹.

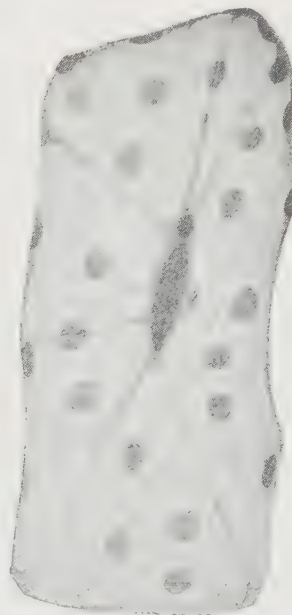


Fig. 1. *Ranunculus Lingua*. Cell från barkparenchymet med i vakuolen upphängd kärna, omgiven av cytoplasma massa. Förstoring 635. Fixering: osmium-alkohol.

¹ Strängarnas lokalisation framträder ofta bäst i svagt plasmolyserade celler.

I unga, plasmarika celler förekomma ofta ett större antal sådana, i detta fall vanligen ganska tjocka strängar (se fig. 2). En stor del av desamma utlöpa även här från cellkärnan, som vanligen är upphängd i vakuolens centrum. I celler från vegetationspunkterna träffas inga egentliga plasmasträngar utan i stället breda plasmabryggor mellan de nybildade vakuolerna. Mellan de vid kärnan ansättande tunna trådarna och dessa breda strängar påträffas alla möjliga övergångar.

I levande celler har jag ofta iakttagit en under stundom ganska livlig plasmaströmning, varvid de nu beskrivna strängarna visa sig kunna undergå betydande förändringar. Dessa förändringar hava också observerats av LIDFORSS, men att de äro fullständigt identiska med dem, som s. k. »vanliga» cytoplasmasträngar visat sig undergå, har han, så vitt det av hans arbete framgår, (1908 s. 12 ff.) märkvärdigt

nog icke lagt märke till. Denna överensstämmelse är så fullständig, att t. ex. HOFMEISTERS (1867, s. 35) redogörelse för plasmasträngarnas förändringar i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* även kan gälla för de från kärnan utstrålande trådarna i barkparenchymet hos *Ranunculus Lingua*. »Vorhandene Plasmastränge werden an irgend einer Stelle dünner, reissen durch, die Stücken werden in den Wandbeleg oder in andere Stränge eingezogen. Es treten neue Stränge aus dem Wandbelege oder neue Zweige von Strängen aus schon vorhandenen hervor. Schwach divergierende Gabelungen eines Stranges verschmelzen auf weite Strecken, indem in ihnen die Masse des Protoplasma beträchtlich sich anhäuft. Zwei stark convergierende oder parallele Stränge gleicher



Fig. 2. *Ranunculus Lingua*. Relativt utvecklade barkparenchymceller med grova, vid cellkärnan ansättande strängar. Förstoring 400. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

oder entgegengesetzter Stromrichtung nähern sich mehr und mehr, und verschmelzen endlich zu einem einzigen».

Även strängarnas tjocklek är underkastad ständiga förändringar, och det händer ofta, att en sträng plötsligt sväller som en spänd muskel för att i nästa ögonblick åter antaga sin ursprungliga form, något som LIDFORSS (s. 13) också själv observerat.

Förutom dessa vakuolen genomsättande plasmasträngar förekomma det emellertid i de subepidermala parenchymcellerna även trådlika bildningar, vilka vid medelmåttig förstoring visa sig lokaliserade till väggplasmat (se denna avh. fig. 1 och 3). Ofta ansätta de vid cellkärnan, men kunna också uppträda i andra delar av cellen.

Vanligen förekomma dessa till väggplasmata lokaliserade strängar i ringa antal och bilda, så vitt jag kunnat finna, aldrig ett så rikt förgrenat nätverk mellan kloroplasterna, som av LIDFORSS (fig. 1) avbildats.

På grund av dessa strängars lokalisation skulle det ju ligga närmast till hands att antaga, att det varit sådana, som av LIDFORSS beskrivits som kinoplasmasträngar. Detta synes även bestyrkas därav, att jag liksom LIDFORSS (s. 12) kunnat fastställa, att de i dessa celler förekommande små oljedropparna förflytta sig längs dessa strängar, samt att desamma kunna antaga en ganska växlande gestalt »und bald hie und bald da sehr scharf differenziert zum Vorschein kommen, um dann wieder unsichtbar zu werden».

Vid användande av stark förstoring (ung. 1,400 ggr.) är det i celler, som innehålla ett relativt litet antal kloroplast, i vanliga fall ganska lätt att konstatera, att de senast beskrivna trådlika bildningarna uppträda på kloroplasternas mot vakuolen vända sida, samt att de ofta stå i direkt sammanhang med sådana plasmasträngar, som otvivelaktligen genomsätta vakuolen.

Genom att noggrant undersöka mikrosomernas läge i strängarna och i det omgivande plasmata, har jag också kunnat fastställa, att dessa strängar intränga något djupare i vakuolen, än den närmast omkriggande delen av väggplasmata.

Först sedan jag genom undersökning av levande celler med hög förstoring lyckats konstatera, hur dessa bildningar uppstå (se sid. 14), blev det mig äntligen klart, att desamma äro ett slags trådlika förtjockningar eller veck på väggplasmata, som inskjuta i vakuolen¹. (Se fig. 3).

Liksom de av äldre forskare (se nedan) observerade veckliknande bildningarna hava också dessa visat sig kunna övergå till strängar, som genomsätta vakuolen, vilket sker på det sätt, att de som veck på väggplasmata ursprungligen uppträdande strängarna »sich weiter daraus emporheben, bis die Falte sich in der Mitte löst und zum frei hinübergespannte Bande wird» (HANSTEIN, 1880, s. 164).

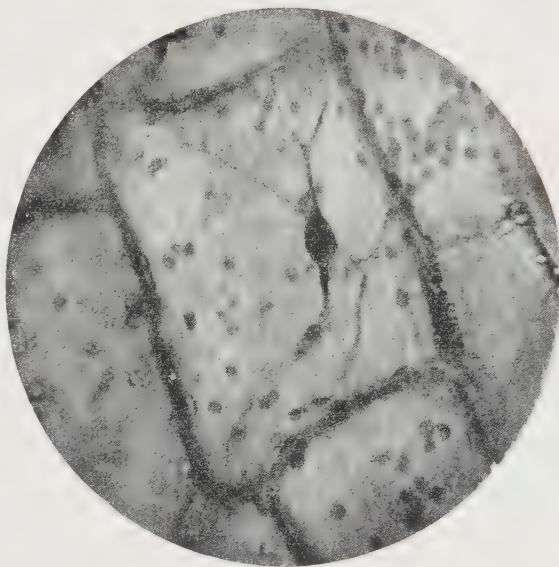


Fig. 3. Äldre barkparenchymcell. De till väggplasmata lokaliserade veckliknande bildningarna framträda ganska tydligt i cellens nedre del. Förstoring 400. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

¹ Dylika veckbildningar i väggplasmata hava också av äldre forskare (HOFMEISTER 1867, s. 34—35 och HANSTEIN 1870, s. 221), åtskilliga gånger iakttagits i växtceller.

Av särskild betydelse för kännedomen om de i dessa celler förekommande trådlika protoplasmabildningarnas natur torde följande iakttagelser rörande deras uppkomst vara.

I snitt från rhizom, vilka under någon tid varit utsatta för relativt låg temperatur, saknas vanligen trådlika protoplasmabildningar fullständigt, och plasmaströmning har också upphört. Få snitten ligga i vanlig rumstemperatur börja emellertid snart i cytoplasmat suspenderade små kroppar (mikrosomer) röra sig i olika riktningar. Till en början ske dessa rörelser fullkomligt oregelbundet, men här och där finner man dem snart följa bestämda banor. Dessa banor framträda så småningom allt tydligare och visa sig snart identiska med de förut beskrivna vecklika bildningarna i väggplasmats, vilka sedda uppifrån te sig som trådar.

På nu beskrivna sätt uppstå dylika trådlika bildningar i alla delar av väggplasmats och naturligtvis även i de delar, som närmast omgiva cellkärnan. Några verkliga kärn-pseudopodier har jag emellertid aldrig iakttagit.



Fig. 4. En och samma del av en barkparenchymcell från *Ranunculus Lingua*, avritad var femte minut. En till väggplasmats ursprungligen lokaliserad trådlik bildning a) omvandlades (se texten) till en genom vakuolen förlöpande sträng c).

I c synes en kloroplast innesluten i plasmasträngen.

De veckliknande bildningarna förskjutas ibland allt längre och längre in mot vakuolen, och övergår här och var på förut beskrivet sätt (se s. 13) till strängar, som genomkorsa denna (se fig. 4).

Av dessa undersökningar har således framgått, att de i de subepidermala parenchymcellerna hos denna växt förekommande, från cellkärnan till synes direkt utstrålande trådlika bildningarna, antingen utgöras av vakuolen genomlöpande plasmasträngar eller också ett slags i vakuolen inskjutande veckbildningar (plasmaanhopningar) från väggplasmats.

LIDFORSS påstående, att de skulle vara differentieringar i cytoplasmat är således, så vitt det gäller de nu behandlade trådstrukturerna icke riktigt och beror sannolikt därpå, att han icke tillräckligt noggrant undersökt deras lokalisation och samband med sådana plasmasträngar, som endast utgöra ett slag genom vakuolen förlöpande tunna bryggor mellan väggplasmats olika delar. I mera plasmarika celler kan man också utan svårighet konstatera, att dessa plasmasträngar sluta vid väggplasmats mot vakuolen vettande del och icke i hyaloplasmat, som MIEHE (1899) och LIDFORSS (1908) hålla före.

Emellertid torde det vara skäl att något närmare utreda, hur en man med LIDFORSS' iakttagelseförmåga kunnat komma till den oriktiga uppfattningen, att dessa trådlika bildningar skulle vara direkta utskott från kärnmembranen.

Enligt LIDFORSS (s. 12) skulle cellkärnan vara avgränsad från cytoplasmat genom ett erytrofilt hölje (kärnmembran), vilket, — som han på flera ställen framhåller —, skulle vara bildat av ett särskilt slag av cytoplasma (kinoplasma).

Vid undersökning av unga plasmarika celler, som fixerats med osmiumångor och färgats med fuchsin-jodgrönt, kunde även vid användande av mycket hög förstoring någon sådan erytrofil membran mellan kärna och cytoplasma icke iakttagas. Kärnan, som här färgas vackert blå, är vanligen belägen i cellens mitt och omgiven av en bred cytoplasmamassa, från vilken grova plasmasträngar utstråla mot cellens periferi. Vanligen är den tydligt avgränsad från det omgivande rödfärgade cytoplasmat, men ett morfologiskt differentierat, tydligt rödfärgat gränsskikt förekommer ej. Ej heller i levande celler kan man ens vid mycket höga förstoringar upptäcka någon verklig kärnmembran (fig. 5).

I äldre relativt plasmafattiga celler är kärnan vanligen spolformad och ofta mindre tydligt avgränsad från det omgivande cytoplasmat (denna avh. fig. 1). Framför allt är detta fallet vid kärnans båda spetsar. Det ser ofta ut — som LIDFORSS också framhåller (s. 12) — som om kärnan i spetsen kontinuerligt övergick i där oftast förefintliga rödfärgade trådar. Undersöker man levande celler eller sådana, som blott fixerats med osmium-alkohol, men icke färgats, finner man i många fall även själva kärnspetsarna tydligt avgränsade från plasmat. Vid färgning med fuchsin-jodgrönt synes däremot den blå kärnsubstansen i regel kontinuerligt övergå i det rödfärgade plasmat. Någon kärnmembran i vanlig bemärkelse, d. v. s. ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma kan emellertid även här icke ens vid mycket höga förstoringar upptäckas.

I fixerade och färgade äldre celler har jag emellertid också själv åtskilliga gånger iakttagit ett rödfärgat cytoplasmahölje kring cellkärnan. Om man icke noggrant undersöker kärnans läge i cellerna kan man i synnerhet vid låg förstoring lätt få den uppfattningen, att detta röda höljet skulle kunna vara en kärnmembran. Vid närmare undersökning visar det sig emellertid icke vara ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma utan en anhopning av cytoplasma kring den i vakuolen förmedelst plasmasträngar upphängda eller från väggplasmat i vakuolen något inträngande cellkärnan. Att detsamma kan synas något starkare rödfärgat än väggplasmat beror sannolikt helt enkelt på att det är betydligt tjockare än detta.

I starkt läderade celler uppträder — liksom efter fixering med FLEMMINGS lösning eller andra i detta hänseende mindre lämpliga fixeringsvätskor (alkohol, alkoholättiksyra, FLEMMINGS, KAISERS och CARNOY's lösningar m. fl.) — en tydlig kärnmembran (fig. 5b), vilken med all sannolikhet får anses vara en artefakt (LIDFORSS, s. 33).

I de subepidermala parenchymcellerna hos *Ranunculus Lingua* förekomma också understundom ett annat slag av trådlika strukturer, vilka jag i detta sammanhang ansett mig böra omnämna, då de ibland visa en påfallande likhet med de förbindelsetrådar mellan kloroplasterna, som LIDFORSS (fig. 1 och 2) i dessa celler iakttagit (se fig. 6 o. 7). Dessa trådlika bildningar, som vid närmare undersökning visat sig vara lokaliserade till cytoplasmat, påminna i hög grad om



Fig. 5. Cellkärnor från barkparenchym av *Ranunculus Lingua*, a från en oskadad, b från en skadad cell. Förstoring 880. Levande material.

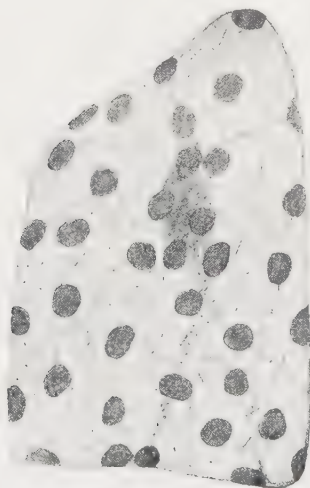


Fig. 6. Cell med vibroidlika bildningar från barkparenchymet av *Ranunculus Lingua*. Kärna och plasmasträngar voro lokaliserade till vakuolen. Förstoring ung. 600. Fixering: osmiumalkohol.



Fig. 7. *Ranunculus Lingua*, Cell från barkparenchym (efter Lidforss).

de av SWINGLE (1898) och LAGERHEIM (1899) beskrivna vibrioiderna. I celler från de övervintrande submersa bladens bladskaftbaser, där ett ringa antal kloroplaster äro förhanden, kan man ofta mycket tydligt iakttaga, att de utgöras av i cytoplasmat belägna fibriller. Liksom de här uppträdande mikrosomerna råka de vid plasmaströmningen ofta i livlig rörelse.

Sådana bildningar träffas under vintern ofta i ganska stor mängd i parenchymcellerna från de övervintrande rhizomen och i synnerhet i celler med livlig plasma-

strömning. Undersöker man emellertid samma celler efter det att de under en längre tid hållits i mörker vid rumstemperatur, saknas desamma fullständigt eller i varje fall är deras antal mycket reducerat.

Dessa vibrioidliknande bildningar kunna ibland ligga nätlikt ordnade i plasmat, och då de dessutom färgas tydligt röda vid färgning med fuchsin-jodgrönt, håller jag det för ganska sannolikt, att det även kan vara sådana, som av LIDFORSS (1908, fig. 1 och 2) avbildats och beskrivits som kinoplasmatiska förbindelsetrådar mellan kloroplasterna.

Anemone nemorosa.

Som undersökningsmaterial har jag huvudsakligen använt epidermiscellerna från bladens undersida, i vilka (LIDFORSS s. 14) de från cellkärnan utstrålande trådarna äro synnerligen väl utbildade.

Liksom ett flertal andra växters bladerpidermisceller äro även dessa starkt tillplattade. Vakuolen får tydligen i följd härav ett ringa djup, så att de vid cellernas övre och undre vägg befintliga väggplasmaskikten komma att ligga mycket nära varandra. Dessutom är cellkärnan liksom hos de flesta andra *Ranunculaceer* relativt stor, och i följd därav kan man icke så sällan få se, att densamma liksom bildar en

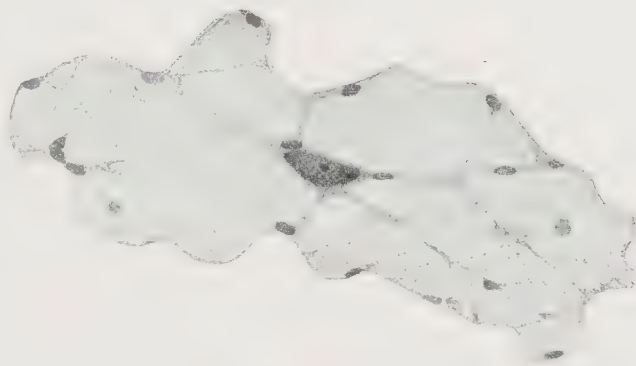


Fig. 8. Bladerpidermiscell av *Anemone nemorosa*. Förstoring 635. Fixering: osmium-alkohol.

brygga mellan cytoplasmat vid cellernas övre och undre vägg. På grund av dessa förhållanden är det här åtminstone vid medelmåttig förstoring ganska svårt att avgöra, om de från kärnan utstrålande trådlika bildningarna äro differentieringar i cytoplasmat, eller om de genomsätta saftrummet. Genom att använda mycket hög förstoring kunde jag emellertid, tack vare en riklig förekomst av mikrosomer, i regel utan svårighet konstatera, att de även här genomkorsa saftrummet och att endast en ringa del äro lokaliserade till väggplasmata. Vid plasmaströmningen förhålla sig dessa trådlika strukturer på samma sätt som dem hos *Ranunculus Lingua*. Plasmasträngar, som i regel äro starkt spända, svälla eller avtaga i omfång, och de här och var uppträdande lokala förtjockningarna förflytta sig längs en sträng, så att plasmamassor på detta sätt transporteras från en cellvägg till en annan. De genom vakuolen förlöpande strängarna ändra beständigt riktning genom att glida antingen utefter en annan sträng eller längs väggplasmata. Ofta kan man också bliva vittne till,

att nya genom vakuolen förlöpande plasmasträngar uppstå antingen på det sätt, att en sådan genom vakuolen förlöpande sträng klyver sig, eller också därigenom att en i väggplasmat bildad förtjockning på samma sätt, som hos *Ranunculus Lingua* (s. 14) frigöres och bildar en sträng, som genomlöper vakuolen. Samtidigt försvinna också strängar antingen genom att sammansmälta med andra sådana eller genom att uppgå i väggplasmat.

I de hittills undersökta hänseendena hava således de i bladerpidermiscellerna hos denna växt förekommande trådlika protoplasmabildningarna visat sig fullständigt identiska med dem hos *Ranunculus Lingua*. Då jag i dessa celler aldrig trots ivriga efterforskningar kunnat upptäcka några andra trådlika kärnutskott, följer ju härav, att de av LIDFORSS (s. 14) beskrivna kinoplasmastrukturerna även hos denna växt äro identiska med vanliga cytoplasmasträngar. En närmare undersökning av deras förhållande till cellkärnan, har också till fullo bestyrkt detta. Cellkärnan är här i regel (s. 14) bipolärt byggd och ofta upphängd i vakuolen förmedelst cytoplasmasträngar, från vilka kärnsubstansen i levande celler oftast är tydligt avgränsad, ehuru ett morfologiskt differentierat gränsskikt icke heller här med vanliga optiska hjälpmedel kan iakttagas.

Vad som i fixerade och färgade preparat vid ytligt betraktande möjligen skulle kunna anses vara kärnmembranen (= det av LIDFORSS iakttagna erytrofila kinoplasmatiska höljet kring kärnan) visade sig även här liksom hos *Ranunculus Lingua* icke vara ett gränsskikt mellan kärna och cytoplasma, utan den cytoplasmamantel, som omgiver den i vakuolen suspenderade kärnan. Några verkliga pseudopodier från cellkärnan, d. v. s. utskott av samma slag som de, vilka RUNNSTRÖM (1914) iakttagit, har jag här aldrig kunnat upptäcka.

Vid fixering med FLEMMINGS lösning, absolut alkohol, jodjodkalium eller 1 % kromsyrelösning, blev kärnan klotrund, varjämte en tydlig membran uppträdde.

De av LIDFORSS i andra delar av denna växt upptäckta kinoplasmasträngarna (s. 14) hava vid närmare undersökning också visat sig vara »vanliga» cytoplasmasträngar. Detsamma gäller också om de av honom hos andra *Ranunculaceer* (*Ranunculus auricomus* och *Ranunculus Nyssanus*) iakttagna kinoplasmatiska förbindelse-trådarna.

I bladens epidermisceller hos *Ranunculus ficaria* förekommer också ett i regel ovanligt rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar, vilka vid relativt låg förstoring synas vara vad man enligt LIDFORSS skulle beteckna som kinoplasmatiska kärnutlöpare. Genom att med hög förstoring närmare undersöka deras lokalisation, förändringar vid plasmaströmningen och uppkomstsätt var det emellertid även här relativt lätt att konstatera, att de voro »vanliga» plasmasträngar och icke utskott från kärnmembranen. Deras till synes särskilt intima samband med cellkärnan visade sig även här bero på att en verklig kärnmembran med våra optiska hjälpmedel icke förekommer.

Solanum tuberosum.

I de under korkvävnaderna belägna parenchymcellerna från potatisknölar, i vilka klorofyll håller på att bildas, finner man också enligt LIDFORSS (s. 33) mellan cellkärna och leukoplaster dels hyalina, homogena förbindelsterådar, som utan gräns övergå i den likaledes hyalina kärnmembranen, dels också grövre i sina centrala delar grovgranulerade strängar, som centripetalt sammanstråla till ett relativt tjockt hölje kring kärnan. I det förra fallet skulle, enligt LIDFORSS (s. 33) typiska kinoplasmatiska trådar varit förhanden, i det senare däremot anser han, att det förelegat bildningar, som bestodo både av kinoplasma och trophoplasma.



Fig 9. Cellkärna med stärkelsekorn från en grönskande potatisknöl. Förstoring 635.
Efter levande material.



Fig 10. Cellkärna från samma vävnad som i föreg. Fig. kopierad efter LIDFORSS fig. 10 b.

Dessa av Lidforss iakttagna trådlika bildningar framträda mycket tydligt redan i levande celler (fig. 9), och man kan vid användande av hög förstoring utan svårighet konstatera, att desamma genomkorsa vakuolen i olika riktningar, och icke utgöra ett slag av trådlika differentieringar i ett för övrigt annorlunda utbildat cytoplasma (trophoplasma). Mellan de »hyalina homogena trådarna» och de, som av LIDFORSS beskrivas som grövre, i de centrala delarna grovgranulerade strängarna finner man lätt alla möjliga övergångar.

Vanligen uppstår i dessa celler som en följd av cellernas lädering en relativt livlig plasmastömning, varvid strängarna undergå betydande förändringar och uppstå och försvinna på sammna sätt som i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* (HOFMEISTER 1867, s. 36). Liksom hos denna växt förlöper plasmarörelsen även här i väggplasmata ibland längs bestämda strömbanor, som vanligen utgöra en direkt

fortsättning av plasmaströmmarna i de vakuolen genomlöpande strängarna. Dessa kunna på samma sätt som hos *Ranunculus Lingua* övergå till strängar, som genomkorsa vakuolen.

I snitt från de perifera delarna av en grönskande potatisknöl, som legat en längre tid vid ungefär 0° temperatur, saknas ofta plasmasträngar så gott som fullständigt. Studerar man sådana levande snitt under mikroskopet vid rumstemperatur (18°) kan man efter någon tid göra den iakttagelsen att det i cytoplasmat utbildas vakuoler. Dessa nybildade vakuoler bliva allt större och större, och en del av skiljeväggarna dem emellan genombrytas så att trådar uppkomma på samma sätt, som t. ex. BERTHOLD (1886, s. 105) iakttagit i rothåren hos *Trianea bogotensis*. Naturligtvis uppstå sådana vakuoler även i de plasmamassor, som omgiva cellkärnan, och därför komma alltid en del strängar att utstråla från den del av väggplasma, som omgiver denna. Sedan samma potatis legat en längre tid (24 tim.) vid ungefär 20° temperatur, kunde i alla celler grövre och finare strängar iakttagas.

Den erytrofila kärnmembranen, som av LIDFORSS här iakttagits, har säkerligen icke heller här varit en kärnmembran i egentlig mening, d. v. s. ett morfologiskt utdifferentierat gränsskikt mellan kärnsubstansen och cytoplasmat. Någon sådan har jag nämligen trots användande av mycket stark förstoring varken i levande eller fixerade och färgade celler iakttagit. Kärnan är visserligen här i regel tydligt avgränsad från cytoplasmat, vilket även framgår av LIDFORSS fig. 10, men någon verklig kärnmembran är ej förhanden.

Runt om cellkärnan, som vanligen är upphängd i vakuolen, finnes ett cytoplasmahölje, som emedan dessa celler äro relativt plasmarika, ofta kan vara ganska betydande (denna avh. fig. 9 och 10). Vid färgning med fuchsin-jodgrönt färgas detta rött men icke rödare än det övriga cytoplasmat om detta uppträder i lika tjocka skikt, vilket man i svagt plasmalyserade celler lätt kan övertyga sig om.

Även hos denna växt ha således de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmatiska förbindelsetrådarna visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar. Den av HABERLANDT i hans fysiologiska växtanatomi lämnade figuren (4 uppl. fig. 108) av en parenchym-cell från en grönskande potatis kan också, enligt min mening, endast giva stöd för denna uppfattning. De här avbildade strängarna kunna svårigen anses vara utskott från kärnmembranen, som LIDFORSS menat (Se LIDFORSS, s. 7.)

I detta sammanhang anser jag mig även böra framhålla, att de trådlika protoplasmabildningar, som förekomma hos denna växt, liksom hos alla andra av mig undersökta växter i levande eller väl fixerade celler alltid äro raka och göra intryck av att vara starkt spända (se fig. 9). Hos de av LIDFORSS lämnade figurerna (se fig. 10) synas emellertid dessa trådar ofta hava ett ganska oregelbundet förlopp. Detta torde sannolikt bero på att de preparat som förelegat varit oförsiktigt behandlade med glycerin. Flerfaldiga gånger har jag nämligen kunnat iakttaga, att plasmasträngar, som i fixerade och färgade i vatten inneslutna preparat haft det normala utseendet vid tillsats av ren glycerin eller till och med blott genom täckglasets tyngd fått samma oregelbundna förlopp som i de av LIDFORSS avbildade cellerna.

De av MALTE (1910, s. 38) hos *Mercurialis annua* observerade trådlika kärnutskotten hava vid närmare undersökning av levande materiel också av samma skäl som i det föregående anförts, visat sig vara vanliga plasmasträngar.

I epidermisceller från stammen hos *Mercurialis annua*, vilka fixerats enligt LIDFORSS metod och färgats med fuchsin-jodgrönt, framträda de av MALTE¹ beskrivna trådarna mycket tydligt. Oftast bilda de ett rikt förgrenat nätverk, som utfyller hela cellens lumen, något som även MALTE (1910, s. 38) iakttagit. Där så är fallet anser han det vara möjligt, »att nätet icke enbart är av kinoplasmatiskt ursprung, utan till en del uppbyggt av vanlig trophoplasma». Någon skarpt utpräglad eller ens antydd gräns mellan nätverkets kino- och trophoplasmatiska element finnes nämligen icke, enligt MALTES mening.

I celler, som varit utsatta för låg temperatur, kan man ävenledes här konstatera, att alla eller åtminstone de flesta strängarna försvunnit. När de vid stigande temperatur återbildas, sker detta ibland på helt andra ställen i cellen än vid cellkärnan. Till sist komma dock en stor del genom att förflytta sig längs utmed väggplasma eller andra strängar att ansätta vid kärnan². Många gånger har jag kunnat konstatera att cellkärnan vars begränsning mot cytoplasman vanligen är mycket tydlig under hela tiden plasmasträngar utbildas, behåller sin form fullständigt oförändrad.

Först sedan ett större antal strängar kommit att ansätta på den del av cytoplasman, som ligger kärnan närmast kan dess form i någon mån förändras.

Vad MALTE beskrivit som kärnmembran kan icke hava varit ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma, utan har säkerligen också varit en anhopning av cytoplasma kring den i vakuolen inträngande cellkärnan. Någon egentlig kärnmembran har jag nämligen icke heller här kunnat iakttaga, ehuru kärnan i en del fall även i levande celler visat sig vara tydligt avgränsad från cytoplasmat.

De av LIDFORSS observerade kinoplasmatiska kärnutskotten i bladerpidermiscellerna hos *Aucuba japonica*, *Bellis perennis*, *Lamium purpureum*, *Pyrola secunda*, *Senecio vulgaris*, *Sempervivum arboreum* och *Rumex acetosa* hava också vid närmare undersökning visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar, som ansatte vid det cytoplasma, som omgiver den i vakuolen antingen genom plasmasträngar upphängda eller från väggplasma inträngande cellkärnan.

Hyacinthus orientalis.

Ett särskilt intresse erbjöd naturligtvis studiet av de »kinoplasmatiska upphängningstrådar», vilka MIEHE iakttagit i bladerpidermiscellerna hos denna växt. Såsom i det föregående redan framhållits ansåg sig ju MIEHE (1899) hava fastställt,

¹ Maltes undersökningar hava uteslutande företagits på fixerat material emedan kärnans ringa dimensioner »enligt hans mening göra en undersökning av levande materiel ganska vanskligh». (S. 37).

² Angående orsaken härtill se Berthold (1886, s. 146).

att cellkärnorna, som här oftast äro utdragna i 3 eller 4 utskott («Zipfeln») vid dessa utskott kontinuerligt övergingo i fina trådar, vilka antingen förlöpte till protoplasmats hudskikt eller också tycktes upplösas i ett nätverk av kinoplasma. (Es hatte den Anschein »als ob sie unmittelbar an das schwach hervortretende kinoplasmatische Fasernetz anschlossen.») Dessa trådar skulle enligt MIEHE (s. 388) vara tydligt avgränsade gent emot det övriga cytoplasmat («gegen den wabigen Bau des Trophoplasmas deutlich abgesetzt»), och då de dessutom också färgades



Fig. 11. Två bladepidermisceller av *Hyacinthus orientalis* med väl utbildade plasmasträngar. Förstoring ung. 800. Fixering: osmiumalkohol.



Fig. 12. Bladepidermiscell av *Hyacinthus orientalis* enligt MIEHE (fig. 11).

violett vid färgning med S-G-O, ansåg MIEHE dem böra betecknas som »kinoplasmatiska» upphängningstrådar.

LIDFORSS har också såväl på levande som fixerat material iakttagit dessa kinoplasmasträngar (1908, s. 22) och menar, att de äro identiska med de av honom hos andra växter iakttagna kärnutlöparna (s. 32).

Även dessa kinoplasmatiska kärnutlöpare visade sig emellertid vid närmare undersökning vara vanliga cytoplasmasträngar, som ansatte vid det cellkärnan omgivande cytoplasmat. Vid mycket hög förstoring kunde jag både på levande och fixerat material utan större svårighet konstatera, att de från cellkärnan utlöpande trådlika

bildningarna åtminstone i de allra flesta fall genomsatte vakuolen och således icke voro trådlika differentieringar i en annorlunda beskaffad grundsubstans. Liksom de av MIEHE avbildade kinoplasmatiska upphängningstrådarna voro även dessa strängar här och var förtjockade (se fig. 11). Utom de strängar, som ansatte vid det cellkärnan omgivande cytoplasmat fanns här vanligen också ett antal sådana, som förlöpte mellan tvänne motsatta cellväggar. De sistnämnda trådarna visade sig emellertid vara fullständigt identiska med de förra (se fig. 11).

Det finnes också här enstaka till väggplasma bundna trådstrukturer. Att riktigt säkert avgöra deras lokalisation har på grund av cellernas byggnad här varit omöjligt. Då de emellertid i flera fall visat sig stå i direkt sammanhang med vakuolen otvivelaktligen genomkorsande strängar, och då jag dessutom sett dem direkt omvandlas i sådana på samma sätt som hos *Ranunculus Lingua* (se sid. 14) drar jag ej i betänkande att antaga, att de måste hava varit i vakuolen inträngande veckliknande plasmaanhopningar av det slag vi i det föregående åtskilliga gånger påträffat.

I snitt som undersökas i vatten eller 5 % rörsockerlösning råkar plasma ofta i en mer eller mindre tydlig cirkulerande rörelse, varvid också strängarna beständigt ändra gestalt och riktning liksom hos *Ranunculus Lingua* (denna avh. s. 12). De omnämnda spolförmiga ansvällningarna förflyttas från en cellvägg till en annan och redan förhandenvarande strängar försvinna genom att sammansmälta med väggplasma under det att andra uppstå därur på förut skildrat sätt (se s. 11).

Att dessa strängar icke, som MIEHE menat (s. 388) ansätta vid hyaloplasma är i synnerhet i yngre relativt plasmarika celler lätt att konstatera och framgå ju också tydligt av fig. 11.

Återstår nu blott att undersöka dessa bildningars förhållande till cellkärnan. Som åtskilliga gånger redan påpekats hava såväl MIEHE som LIDFORSS framhållit, att de kinoplasmatiska upphängningstrådarna skulle vara bildade av samma substans som kärnmembranen. Även här råder emellertid fullständigt samma förhållande som hos *Ranunculus Lingua*. En kärnmembran i vanlig mening står i levande eller med osmium-alkohol fixerade celler ej att upptäcka (fig. 12), och vad som vid ytligt studium kan te sig som en sådan, har vid närmare undersökning blott visat sig vara det cytoplasma, som omgiver den i vakuolen inträngande kärnan.

Den av MIEHE lämnade figuren (fig. 10 i detta arbete) tyckes ju emellertid vid bestämt tala för riktigheten av hans uppfattning angående de s. k. kinoplasmatiska upphängningstrådarnas förhållande till hyaloplasma och kärnmembran. Jämför man denna figur, som är hämtad från ett snitt, som fixerats med FLEMMINGS lösning, med de bilder man har i de levande celler eller i sådana, som fixerats med osmium-alkohol, kan man lätt konstatera, att såväl protoplasma som kärna i den av MIEHE avbildade cellen äro synnerligen starkt deformerade. Det är därför omöjligt att avgöra, om icke i den levande cellen strängarna förhållit sig på samma sätt till cellkärna och hyaloplasma, som jag funnit vara fallet.

Att detta mycket väl kan hava varit förhållandet framgår av följande experiment. Till ett snitt av bladets epidermis, i vars celler ett väl utbildat nätverk av genom vakuolen förlöpande strängar var förhanden, sattes några droppar FLEMMINGS lösning. Så snart denna inträngde i cellerna uppstodo högst betydande förändringar. Cytoplasmat, vars grundsubstans förut var hyalin, blev tydligt granulerat och cellkärnan, som i levande celler är fingranulerad, blev förvandlad till en grovgranulerad massa. Dessutom kontraherade sig kärnan ganska betydligt. I en del celler skrumpnade hela protoplasten ungefär på samma sätt, som MIEHE avbildat det och att i detta fall få en riktig uppfattning angående strängarnas natur torde vara så gott som omöjligt.

Även i lökfjällen hos *Hyacinthus orientalis* skulle det enligt LIDFORSS (s. 20—21) förekomma kinoplasmasträngar, vilka, som han här mycket tydligt framhåller, icke äro vanliga plasmatrådar utan verkliga kärnuts-kott (»wirkliche Kernfortsätze, die offenbar mit den kinoplasmatischen Aufhängefasern in den Epidermiszellen homo-

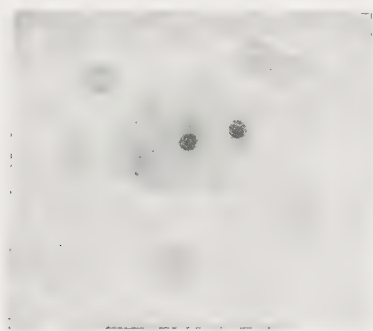


Fig. 13. *Hyacinthus orientalis*. Cellkärna från lökfjäll med »vibrioidlika bildningar». Förstoring 880. Efter levande material.



Fig. 14. *Hyacinthus orientalis*. Cellkärna från lökfjäll enligt LIDFORSS.

log sind»). Dessa trådar angivas av LIDFORSS (s. 20) som »entweder dünne Fäden, deren Natur als Membranfortsätze ganz augenfällig ist oder es sind dickere Stränge, die wenigstens in ihren basalen Enden wirklich Kernsubstanz einschliessen und erst weiter centrifugalwärts nur aus erythrophiler Membransubstanz bestehen». Endast genom ett allt för ensidigt studium av fixerat material kan man emellertid komma till en sådan uppfattning angående de från cellkärnan utstrålande strängarnas natur.

Vid undersökning av levande celler med användning av relativt hög förstoring kan man nämligen utan svårighet konstatera, att även dessa »kinoplasma-trådar» — liksom hos *Ranunculus Lingua* — kunna vara av två slag, nämligen dels vanliga plasmasträngar och dels ett slag av vibrioidliknande bildningar (fig. 13). Särskilt tydligt framträder detta under blomningstiden på våren, då nämligen cellerna äro mindre stärkelserika. De omtalade vibrioidliknande bildningarna ligga ofta anhopade kring cellkärnan och färgas av fuchsin-jodgrönt tydligt röda (se fig. 11 o. 12) varför jag icke anser det för uteslutet, att det kan vara sådana fibriller LIDFORSS menar, då han (s. 20) talar om fina trådar, som skulle förbinda kloroplasterna med

kärnmembranen¹. Understundom saknas emellertid dessa fibriller och det förekommer då blott ganska grova strängar, vilka av skäl som förut anförts (s. 12—14) visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar.

Någon verklig kärnmembran har även med de högsta förstoringar icke heller här kunnat iakttagas, varken i oskadade levande celler eller i sådana, som fixerats med fuchsin-jodgrönt. Det rödfärgade hölje, som ofta anträffas kring kärnan, är icke ett gränsskikt mellan kärnsubstansen och cytoplasmat, vilket man i många fall, i synnerhet i stärkelsefattiga celler relativt lätt kan konstatera. Kärnans utseende är för övrigt här mycket varierande. Ibland är den myntlikt utplattad med mycket ojämna kanter, men ibland alldeles klotrund och med jämn kant. För öfrigt torde det böra framhållas att kärnsubstansen ofta inskjuter i de grövre strängarnas basala delar. Om detta beror på en aktiv gestaltningsförmåga hos kärnan eller om denna pseudopodiebildning är en från kärnans sida rent passiv företeelse och en följd av den i strängarna rådande spänningen låter sig svårigen avgöras.

Enligt MIEHE (1899, s. 386) skulle ju cellkärnornas spolform i bladepidermiscellerna hos *Hyacinthus orientalis* vara en tvångsform, som berodde på förekomsten av de vid hyaloplasmat fastväxta kinoplasmatiska upphängningstrådarna. Att detta MIEHES antagande icke kan vara riktigt framgår redan därav, att strängarna icke ansätta vid hyaloplasmat utan vid den mot vakuolen vettande delen av väggplasmamat, längs vilket de för övrigt lätt synas kunna förskjutas. Men ännu tydligare blir detta, om man undersöker celler, i vilka plasmasträngarna t. ex. genom inverkan av låg temperatur bringats att försvinna. Trots att plasmasträngar här fullständigt saknas, hava kärnorna icke antagit klotform utan äro fortfarande spolformade.

Hæmanthus coccineus.

I bladens epidermisceller framträda de av LIDFORSS beskrivna trådlika kärnutlöparna synnerligen tydligt.

Vid undersökning av levande material med hög förstoring kan man i regel med lätthet konstatera, att de från cellkärnan utstrålande strängarna genomsätta vakuolen samt att de i samband med protoplasmaströmningen undergå förändringar av samma slag som cytoplasmasträngarna hos *Tradescantia virginica* (HOFMEISTER, 1867, s. 36). Dessa strängar äro alltid i levande celler raka och förlöpa aldrig på det sätt som LIDFORSS (1908, fig. 31 o. 32) avbildat dem.

Cellkärnan är vanligen alldeles klotrund eller myntliknande och ofta upphängd i saftrummet förmedelst plasmasträngar. I unga celler förekomma invid densamma även cytoplasmaanhopningar, som vid färgning med fuchsin-jodgrönt färgas ganska starkt röda.

Det cytoplasmaskikt, som av LIDFORSS beskrives som kärnmembran, visade sig även här icke vara en kärnmembran i vanlig mening utan liksom hos förut i detta

¹ Dessa fibriller ligga ofta anhopade kring cellkärnan.

hänseende undersökta växter en cytoplasmamantel kring den i vakuolen inträngande eller upphängda cellkärnan. Från detta hölje är kärnan vanligen tydligt avgränsad (se LIDFORSS, fig. 30), men ett morfologiskt differentierat gränsskikt står ej att upptäcka varken i levande celler eller i sådana, som fixerats efter osmium-alkoholmetoden. Vid användande av FLEMMINGS lösning uppkommer även här en tydlig kärnmembran.

Utsätts dessa celler för abnormt låg temperatur (t. ex. $\pm 0^{\circ}$ C.) under en kortare tid, försvinna samtliga de genom saftrummet förlöpande strängarna genom att indragas i väggplasmat varjämte plasmaströmningen upphör. Om temperaturen därpå

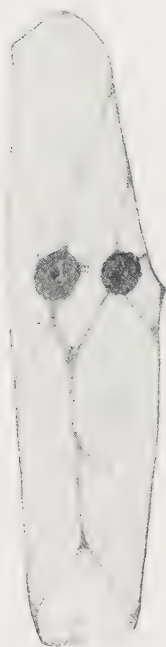


Fig. 15. Epidermisceller från ett ungt blad av *Hæmanthus coccineus*, 18° temp. Förstoring 635. Fixering: osmium-alkohol.

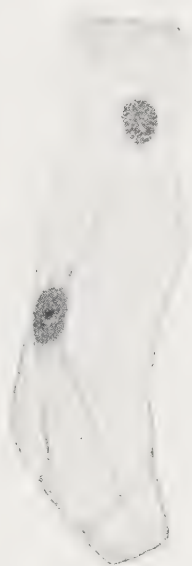


Fig. 16. Epidermiscell från blad av *Hæmanthus coccineus* efter LIDFORSS (fig. 31).

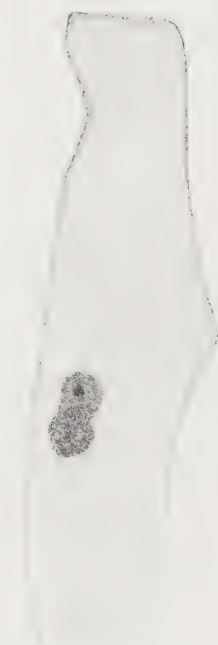
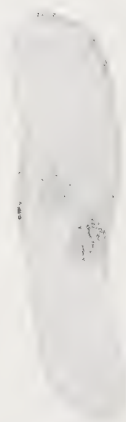


Fig. 17. Epidermiscell från samma blad som fig. 15. 7° temp. Förstoring 635. Levande.

får stiga till vanlig rumstemperatur, inträder snart en livlig plasmaströmning. Här och där i väggplasmat uppstå också liksom hos *Ranunculus Lingua* trådlika förtjockningar, av vilka en del på förut beskrivet sätt (sid. 14) giva upphov till strängar, som genomkorsa saftrummet. Fig. 17 är hämtad från en cell där strängar hålla på att bildas. I cellernas hörn och kring cellkärnan utbildas också vakuoler¹, vilka på förut beskrivet sätt (se s. 20) kunna ge upphov åt plasmasträngar. Under hela tiden trådar utbildas, undergår kärnan ej några mera betydande formförändringar.

¹ Framgår ej av figuren.

Tulipa gesneriana.

De i bladens epidermisceller av LIDFORSS (s. 23—24) iakttagna kinoplasmasträngarna hava även här visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar. Kärnan är i regel tydligt avgränsad från det omgivande cytoplasmat, vilket framgår av LIDFORSS' egen figur (1908, fig. 21), men något tydligt gränsskikt (membran) mellan cytoplasma och kärna förekommer ej, och vad LIDFORSS här beskriver som kärnmembran kan icke hava varit annat än en cytoplasmamantel kring den i vakuolen mycket ofta upphängda kärnan.

Ett speciellt intresse erbjöd studiet av de av LIDFORSS (1908, s. 24—25 samt fig. 22 och 23) i lökfjällens vävnader iakttagna kinoplasmaanhopningarna kring cellkärnan.



Fig. 18. Cell med i vakuolen upphängd kärna, från löken av *Tulipa Gesneriana*. Förstoring 660. Fixering: osmium-alkohol.

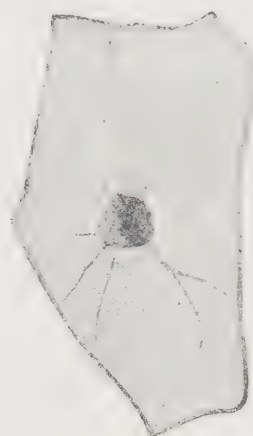


Fig. 19. Cell från samma vävnad som i föregående figur enligt LIDFORSS (fig. 23).

I det yttersta cellskiktet skulle enligt LIDFORSS endast förekomma ett tunnt kinoplasma-hölje kring kärnan (= kärnmembranen), vilket emellertid i de längre in belägna stärkelsefria resp. stärkelsefattiga cellskikten blir mera tydligt utbildat »so dass sie bald als eine dicke Hülle, bald als ein dem Kern einseitig angewachsenes Gebilde sichtbar wird». I de längre in belägna skikten visade sig dessa bildningar grovgranulerade, beroende på inlagring av leukoplaster. Dylika »leukoplasthaltiga kinoplasma-massor» har jag upprepade gånger varit i tillfälle iakttaga. Ingående undersökningar av dessa hava emellertid, såsom av det följande framgår, givit vid handen, att de antingen bestå av hopgyttrade leukoplaster, eller också av en anhopning av cytoplasma kring i vakuolen belägna cellkärnor.

I stärkelsefria resp. stärkelsefattiga celler ligga leukoplasterna i systrophe och vanligen kring cellkärnan. Vid tillsats av jodkalium färgas de tydligt gula utom

då stärkelsekorn förefinnas, då de naturligtvis färgas blå. I celler, som fixerats efter osmiumalkohol-metoden och färgats med fuchsin-jodgrönt, bliva dessa leukoplastklumpar färgade starkt röda. Att det emellertid är själva leukoplasterna och ej plasmat som omgiver dem, som sålunda färgas, kan man lätt övertyga sig om i celler, där dessa leukoplaster icke ligga så tätt anhopade som i de celler, LIDFORSS avbildat. Då kan man nämligen utan svårighet konstatera, att endast leukoplasterna och icke det omgivande plasmat färgas rödare än det övriga cytoplasmat.

Utom dessa leukoplasthopar förekomma i fixerade och färgade celler även rödfärgade bildningar av annan natur, vilka kunna uppträda på samma sätt, som de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmabildningarna. Cellkärnan är, som redan framhållits i dessa celler oftast upphängd i vakuolen medelst plasmasträngar (fig. 18) och är då ofta omgiven av ganska betydande cytoplasamassor. Liksom det väggställda cytoplasmat färgas dessa tydligt röda vid färgning med fuchsin-jodgrönt.

Dessa ofta ganska tjocka plasmahöljen kring kärnan äro tydligt avgränsade från den blåfärgade kärnsubstansen, men ett morfologiskt differentierat gränsskikt (= kärnmembran i vanlig bemärkelse) har jag aldrig kunnat iakttaga vid fixering med osmium-alkohol och färgning med fuchsin-jodgrönt. En sådan framträder först i skadade celler eller vid fixering med andra fixeringsmedel.

Orchis angustifolia.

De av LIDFORSS i bladen hos *Galanthus nivalis* och *Scilla sicula* samt i rotknölarna hos *Orchis angustifolia* iakttagna kinoplasmatiska kärnutskotten hava också vid närmare undersökning av samma skäl som förut angivits (se under *Ranunculus Lingua*) visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar.

Vad *Orchis* beträffar, har redan LIDFORSS själv framhållit, att plasmasträngarna ofta voro så tjocka, att han själv mycket tvivlade på, om man här verkligen var berättigad att tala om kinoplasmatiska förbindelsetrådar (s. 27). Fastmer antager han, att dessa strängar skulle bestå både av kinoplasma och trophoplasma. Som stöd för detta antagande anför LIDFORSS, att han i dessa strängar ibland kunnat iakttaga tydligt differentierade kinoplasmatrådar (»in dem die dicken Trophoplasmastränge von feine central verlaufenden Kinoplasmafäden durchsetzt waren«).

Dylika i grövre plasmasträngar förekommande fibriller har jag ofta iakttagit icke blott hos denna utan också hos flera andra växter såsom t. ex. *Ranunculus Lingua* (barkparenchym), *Solanum tuberosum* (reservnäringsceller).

Liksom de (sid. 18) förut omnämnda vibrioidlika strukturerna hos *Ranunculus Lingua*, äro de alltid lokaliserade till cytoplasmat. Bäst utbildade finner man dem i celler, vars plasma är statt i en livlig rörelse, där vanligen fibrillernas längdriktning sammanfaller med plasmaströmmarnas.

Liknande trådstrukturer i strömmande plasma hava också beskrivits av andra forskare t. ex. FROMMANN (1880, s. 32), WIGAND (1885, s. 178), BERTHOLD (1886, s. 120) m. fl. Enligt HABERLANDT (1901) skulle ju de av NEMEC (1901) beskrivna retningsledande strukturerna vara bildningar av detta slag.

Efter vad som förut anförts angående de av LIDFORSS beskrivna »kinoplasmatiska förbindelsetrådarna» förstår man lätt, att dessa nu senast omnämnda i cytoplasmat suspenderade fibrillerna icke kunna vara identiska med dem.

Tradescantia virginica.

I fixerade och färgade snitt av stjälkens epidermisceller eller den där under liggande kollenchymartade vävnaden, finner man ofta trådlika strukturer, som vid flyktig granskning synes vara kinoplasmasträngar i LIDFORSS' mening, d. v. s. direkta trådlika i cytoplasmat förlöpande utskott från kärnmembranen. Vid noggrannare undersökning med hög förstoring visar det sig emellertid, att dessa strängar såväl i fråga om lokalisation och uppkomstsätt, som också i sitt förhållande till cellkärna resp. kärnmembran äro identiska med dem, som förekomma i ståndarhåren, och således vanliga cytoplasmasträngar.

I de yngre plasmarika cellerna från själva internodierna äro de i äldre celler tunna plasmasträngarna ersatta med breda plasmabryggor, som skilja de små vakuolerna åt. Cellkärnan är här vanligen belägen i en i cellens mitt befintlig rödfärgad cytoplasmamassa. Ju äldre cellerna äro, desto mindre bliva dessa plasmamassor och i utvuxna celler utgöras de blott av ett ytterligt tunt hölje. Något morfologisk differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma finnes ej.

Här har man således, liksom hos *Ranunculus Lingua* en kontinuerlig övergång mellan en bred plasmamassa och det tunna hölje, som av LIDFORSS betecknats som kärnmembran.

I celler, som skadats blir kärnans innehåll grovgranulerat, och innanför cytoplasmahöljets uppträder då i regel en tydlig kärngräns (kärnmembran). Denna är utan tvivel en artefakt. Fixerar man snitt med FLEMMINGS lösning, chromsyra, alkohol-ättiksyra eller andra fixeringsmedel, som verka starkt deformerande på cellkärnan, uppträder även en dylik membran.

Selaginella Martensii.

I barkparenchymet hos denna växt har HABERLANDT redan år 1888 påvisat ett slag av förbindelsetrådar mellan kloroplasterna.

Då LIDFORSS (1908, s. 28) vid sina undersökningar över kinoplasmatiska förbindelsetrådar kunde konstatera, att »der längliche Zellkern bipolar in kinoplasmatische Ausläufer ausgezogen ist, welche in ihrem weiteren Verlaufe mit den von HABERLANDT abgebildeten, die Chloroplasten verbindenden Plasmasträngen identisch sind»,

drog han därav den slutsatsen, att dessa trådlika strukturer skulle höra till samma kategori, som de kinoplasmatiska förbindelsestrådarna hos andra växter.

Genom mina i det föregående framlagda undersökningar över de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas uppkomst och lokalisation, blir det emellertid utan vidare klart, att detta LIDFORSS antagande icke kan vara riktigt.

HABERLANDT har ju redan själv visat, att förbindelsestrådarna hos *Sellaginella* tillhöra kloroplasterna, och att de uppstå genom ofullständig delning av dessa (1888, s. 302). De av LIDFORSS hos andra växter iakttagna förbindelsestrådarna hava däremot visat sig tillhöra cytoplasmat och uppkomma ju också på helt annat sätt (se denna avh. s. 14).

De hos *Asplenium decussatum* och andra ormbunkar av LIDFORSS iakttagna kinoplasmatiska förbindelsestrådarna mellan cellkärna och kromatoferer hava också vid närmare undersökning visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar.

Sammanfattning.

De i denna del offentliggjorda undersökningarna hava avsett att vinna en mera ingående kännedom om de trådlika protoplasmabildningar, som i den botaniska litteraturen betecknats som «kinoplasmatiska upphängningstrådar» (MIEHE 1899) och «kinoplasmatiska förbindelsestrådar mellan cellkärna och kromatoferer», (LIDFORSS 1908).

Dessa kinoplasmatrådar har man förut (LIDFORSS 1908, s. 31) ansett vara särskilt differentierade plasmatrådar («besonders differenzierte Plasmafäden»), som antingen voro direkta kärnutskott, vilka utan synbar gräns övergingo i kärnan eller också utlöpare från kärnmembranen, samt bildade av samma substans som denna (eller åtminstone av en mycket närstående sådan).

Ingående undersökning av dessa strukturer i levande celler med hög förstoring har emellertid givit vid handen, att de icke äro utskott från cellkärnan eller dess membran och icke heller — på ett par undantag när (denna avh. sid. 16 och 24) — trådlika differentieringar (kinoplasmasträngar) i ett annorlunda organiserat cytoplasma (trophoplasma) utan i stället antingen genom vakuolen förlöpande cytoplasmasträngar eller också ett slag av band- eller trådlika i vakuolen inträngande veck på väggplasmata.

Genom att närmare studera dessa trådlika protoplasmabildningars lokalisation, uppkomstsätt och de förändringar desamma vid protoplasmaströmningen undergå, har författaren kunnat fastställa, att de måste vara identiska med s. k. vanliga plasmasträngar, d. v. s. de sedan länge bekanta trådlika protoplasmabildningar som förekomma i celler med cirkulerande protoplasma (MOHL 1846, SCHLEIDEN 1861, UNGER 1855, HOFMEISTER 1867, HANSTEIN 1880, m. fl.). Dessa trådar uppkomma med all sannolikhet icke som Lidforss (1908, s. 34) menat genom en växling av protoplasmats aggregationstillstånd (se även PFEFFER 1897, s. 38) utan deras

uppkomst får väl snarare sättas i samband med lokala differenser i ytspänningen i beröringsytan mellan cytoplasma och cellsaft (se s. 56).

Enligt dessa iakttagelser kan man ju endast vänta sig finna dylika trådar eller strängar i celler med relativt stor vakuol. Detta har också visat sig vara fallet (se denna avh. s. 12 samt LUNDEGÅRDH 1910, s. 368).

Det erytrofila hölje kring cellkärnan, från vilket dessa trådstrukturer utstråla och som av LIDFORSS (1908, s. 1) ansågs vara kärnmembranen, kan ej hava varit ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma (d. v. s. en kärnmembran i vanlig bemärkelse), emedan ett dylikt gränsskikt här aldrig med säkerhet kunnat fastställas, varken i oskadade levande celler eller i sådana, som fixerats och färgats på ovan (s. 9) beskrivet sätt.

Det rödfärgade cytoplasma-hölje kring kärnan, som man här även med relativt låg förstoring kan iakttaga, har alltid vid närmare undersökning visat sig vara en av med det övriga cytoplasmat fullständigt identisk plasmaanhopning, som omgav den i vakuolen upphända eller från väggplasmata i densamma inträngande kärnan.

Liknande uppgifter, att kärnmembran skulle saknas, förekomma också i andra arbeten, t. ex. av RETZIUS (1881), BERTHOLD (1886, s. 50), METZNER (1896), FLEMING (1879, s. 308) ALBRECHT (1903) m. fl. Överhuvudtaget tyckes en kärnmembran sällan hava iakttagits i levande celler (se LUNDEGÅRDH 1912, s. 276).

I skadade celler och i sådana som fixerats med andra fixeringsmedel (alkohol, FLEMMINGS, CARNOY's, KAISERS lösningar m. fl.) uppträder ofta en tydlig kärnmembran, vilken, som LIDFORSS redan framhållit (s. 33), med all sannolikhet är en artefakt. Då man under de sista årtiondena vid cytologiska undersökningar huvudsakligen använt sig av med ovannämnda föreningsmedel fixerat material, ligger det ju närmast till hands att antaga, att det varit en dylik kärnmembran, som man i vanliga fall observerat.

Att en med våra optiska hjälpmedel synbar kärnmembran således icke i allmänhet tyckes förekomma kring växternas cellkärna, behöver icke innebära att en diosmotiskt verksam fällningsmembran emellan cytoplasma och kärna skulle saknas. En sådan membran kan nämligen mycket väl vara så tunn, att den är osynlig även vid användande av de högsta möjliga förstoringar (BECHHOLD 1912, s. 258 ff.).

II. Fysiologiska undersökningar.

Inledning.

I föregående del hava vi ju åtskilliga gånger haft tillfälle omnämna, att den anordning av protoplasmat i band eller trådar, som så ofta visat sig kunna förekomma även i äldre relativt plasmafattiga växtceller, kan vara underkastad betydande förändringar och till och med under vissa betingelser fullständigt upphävas därigenom, att strängarna ingå i väggplasmata.

Att dylika konfigurationsförändringar kunna äga rum i växternas protoplaster, har man sedan länge haft sig bekant. Så framhåller t. ex. HANSTEIN år 1880 i sitt bekanta arbete »Das Protoplasma als Träger der pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen», att man ofta förgäves får leta efter band och trådar i växtceller, där sådana eljest normalt bruka förekomma. »Nur der Primordialschlauch mit dem irgendwo angehefteten Zellkern ist zu finden, und der ganze Innenraum ist von Saft und sonstigen, nicht unmittelbar zum Protoplasma gehörigen Dingen erfüllt. Wir haben nun Grund, anzunehmen,» fortsätter HANSTEIN »das für die Mehrzahl aller pflanzlichen Gewebzellen beiderlei geschilderte Zustände mit einander wechseln. Fehlen also die inneren Bänder, so pflegen auch die körnchenführenden Ströme zu fehlen, und dann auch wohl im Primordialschlauch nicht stattzufinden. So erscheint der einfache, der innern Glieder entbehrende Zustand ein Stand der Ruhe zu sein, in welchen die Zelle tritt, indem sie die Bänder auf Zeit einzieht und den Umtrieb des plasmatischen Binnensaftes oder Enchylems zeitweise vielleicht ganz zum Stillstand bringt.»

Några experimentella stöd för denna sin uppfattning har emellertid HANSTEIN ej anfört.

Dock förelågo redan vid denna tidpunkt i arbeten av MOHL (1846), KÜHNE (1864) och HOFMEISTER (1867), en del iakttagelser över protoplasmats konfiguration, vilka delvis mycket väl kunnat användas såsom stöd för HANSTEINS antagande, att frånvaron av plasmasträngar skulle tyda på att cellerna befinna sig i ett vilostadium.

Så har t. ex. MOHL (spalt 91) visat, att plasmasträngarna försvinna, om cellerna utsättas för uttorkning, samt KÜHNE (s. 100 ff.) och HOFMEISTER (s. 55) att detsamma inträder vid abnormt låg temperatur.

Under de sista årtiondena hava dessa konfigurationsförändringar blott ett par gånger (KLEMM 1895, BORESCH 1914) varit föremål för undersökningar. Den moderna mikroteknikens framträdande och de storartade resultat, som man på cytologiens område till en början tack vare densamma lyckades ernå, resulterade, som bekant, under en lång följd av år i en viss obenägenhet för cytologiska studier av levande material. Att emellertid detta måste anses såsom en nära nog oundgänglig förutsättning härför framgår omedelbart därav, att vid fixering med de flesta fixeringsmedel det ofta av ytterligt tunna plasmasträngar bildade nätverket vanligen undergår så betydande förändringar (SCHWARZ 1892, s. 136), att det är så gott som omöjligt att få en riktig uppfattning av dess utseende i den levande cellen.

KLEMMS ovan citerade arbete över desorganisationsföreteelser i växtceller innehåller visserligen, såsom av det följande framgår, en hel del intressanta iakttagelser rörande de oss här intresserande konfigurationsförändringarna, men dels äro de här helt naturligt något ensidigt behandlade och dels hänföra sig KLEMMS iakttagelser, för så vitt det gäller dessa förändringar, till ett relativt begränsat material. Den kännedom man för närvarande har om protoplasmats anordning i utvuxna växtceller under olika betingelser är därför ganska ofullständig.

De undersökningar, för vilka i det följande redogöres, avse emellertid att komplettera de föreliggande äldre iakttagelserna för att vinna en mera ingående kännedom om de berörda konfigurationsförändringarna och deras orsaker.

Vid dessa undersökningar har kännedomen om den här förut refererade osmium-alkohol-metoden visat sig vara av synnerligen stor betydelse. Med denna metod låta sig nämligen, såsom redan framhållits, de allra finaste plasmasträngar på ett synnerligen naturtroget sätt fixeras. När det gällt att göra iakttagelser rörande plasmasträngarnas antal och utbildning i en vävnad under vissa givna betingelser, har jag vanligen använt mig av fixerat material, då det ju här varit lättare att få en riktig föreställning om plasmats konfiguration i ett givet ögonblick än hos levande material, där plasmasträngarna undergå ständiga förändringar, och där sådana för övrigt i många fall uppstå i följd av de förändrade förhållanden, för vilka cellerna vid mikroskopiska undersökningar bliva utsatta (se Dehnecke Flora 1881, s. 12).

Som undersökningsmaterial har jag dels använt samma objekt som vid de i föregående del framlagda undersökningarna och dels en del av de för protoplasma-studier klassiska objekten, såsom t. ex. hår av *Cucurbita pepo*, *Momordica elaterium* och *Urtica dioica*, ståndarhår av *Tradescantia virginica* och rothår av *Trianea bogotensis* m. fl.

Temperaturesens inflytande på protoplasmats konfiguration.

A. Låg temperatur.

Att de trådlika protoplasmabildningar, som så ofta anträffas i äldre, med relativt stor vakuol försedda växtceller, vid låg temperatur kunna undergå betydande förändringar, har man sedan länge haft sig bekant. Redan år 1864 lyckades nämligen KÜHNE (s. 100) konstatera, att plasmanätet i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* vid hastig avkylning i luft till -14° sönderföll i ett stort antal runda plasmaklumpar. Då temperaturen åter fick stiga, råkade dessa i livlig rörelse och började efter några minuter sammanflyta till större plasmamassor, vilka till slut även förenade sig med varandra, så att efter 10 minuter det ursprungliga nätverket av strängar hade återställts.

Detta försök har senare återupprepats av HOFMEISTER (1867, s. 54) med samma resultat. HOFMEISTER har emellertid också iakttagit (sid. 55), att plasmasträngarna i ståndarhåren hos *Tradescantia* även kunna försvinna genom att indragas i väggplasmata, om dessa hår under en längre tid utsätts för omkring 0° temperatur. »Bei *Cucurbita*» fortsätter HOFMEISTER, »wird unter gleichen Verhältnissen das Protoplasma zu einen durch zahlreiche Vacuolen schaumigen Wandbelege. Nach 15—30 Minuten Aufenthalt in einer Temperatur von beiläufig $+18^{\circ}$ C. stellt sich die normale Anordnung des Protoplasma zu einem Netzwerk von Strängen und die Strömung in denselben wieder her.»

Enligt KLEMM (1895, s. 641), som ganska ingående studerat de vid abnormt låg temperatur inträdande konfigurationsförändringarna, skulle de av KÜHNE iakttagna förändringarna blott inställa sig, ifall cellerna utsätts för hastig temperatursänkning till en icke alltför låg temperatur (-6°). Drives en plötslig temperatursänkning ännu lägre (-13°), äga enligt KLEMM (s. 642) inga dylika förändringar rum. Detta får enligt mitt förmenande sättas i samband därmed, att vid en dylik temperatursänkning köldstelhet säkerligen så plötsligt inträder, att alla konfigurationsförändringar bliva omöjliggjorda ¹.

¹ Av samma skäl behålla för plötslig temperatursänkning till 0° utsatta amöbor den form som de förut hade (VERWORN 1909, s. 464).

Vid långsamt skeende temperatursänkning skulle enligt KLEMM (s. 643) inga »abnorma» förändringar inträda. Endast plasmaströmningen blir allt långsammare för att till sist upphöra.

Det torde i detta sammanhang vara lämpligt påpeka, att LIDFORSS (1908, s. 34) även observerat, att i celler där vid rel. hög temperatur »kino»-plasmasträngar normalt äro förhanden, dessa vid låg temperatur voro dåligt utbildade. Däremot förorsakade värmetillförsel nästan alltid en förstärkning och numerisk ökning av dessa strukturer.

I det följande redogöres nu först för några experiment företagna i avsikt att närmare undersöka, hur plasmasträngarna förhålla sig i celler, som under någon tid

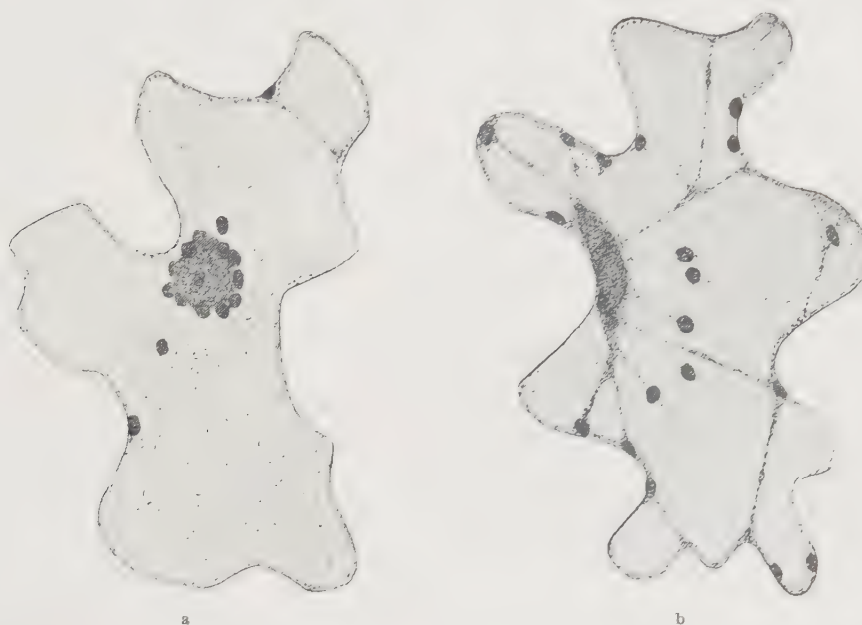


Fig. 20. Epidermisceller från ett och samma blad av *Ranunculus ficaria*; a vid en temp. av 0°, b vid 18°. Förstoring 880 ggr. Fixering: osmium-alkohol.

varit utsatta för låg temperatur. Dessa undersökningar hava företagits på ett sådant sätt, att lädering av cellerna i högsta möjliga mån undvikits.

Exp. 1.

Ett par stora individer av *Ranunculus ficaria* och *Anemone nemorosa* delades ungefär mitt itu. Den ena hälften av de båda plantorna planterades i jord i en glasburk, som ställdes i laboratoriet, där temperaturen var omkring 18° C. Den andra hälften av de båda plantorna planterades i en liknande glasburk, vilken placerades i ett kärl med vatten¹. Detta senare nedsattes därpå i en köldblandning, vars temperatur var ungefär — 10° C. Isbildningen i det vattenfyllda kärlet, som var ganska stort, gick

¹ Båda glasburkarna voro klädda med fuktigt filterpapper och tillslötos med en vanlig, icke fullständigt tätt slutande kork, genom vilken en termometer kunde nedföras.

relativt långsamt, varför temperaturen här under en längre tid höll sig så gott som konstant vid omkring 0° för att sedan mycket sakta sjunka djupare.

Innan försöket påbörjades hade det konstaterats, att i samtliga epidermisceller ett väl utbildat nätverk av plasmasträngar var förhanden.

Temperaturen i den för kylförsöket använda glasburken sjönk ganska långsamt, så att densamma först ungefär efter $\frac{1}{2}$ timme var nere vid $+1^{\circ}\text{C}$. Sedan de båda växterna under ytterligare 2 timmar varit utsatta för en temperatur, varierande mellan $+1^{\circ}$ och -2° , gjordes med en i det 0° -gradiga vattnet avkyld rakkniv snitt av epidermis från bladens undersida, vilka omedelbart fixerades med osmiumångor. Efter behandling med alkohol och färgning med fuchsin-jodgrönt kunde jag konstatera, att hos *Ranunculus ficaria* plasmasträngarna fullständigt försvunnit i så gott som samtliga epidermisceller (se fig. 20) samt att deras antal hos *Anemone nemorosa* högst betydligt reducerats. I ett flertal celler hade de även här fullständigt försvunnit. Cellkärnorna, som hos båda dessa växter vid försökets början, då plasmasträngar voro för handen, voro mer eller mindre tydligt spolförmiga, voro hos *Ranunculus ficaria* nu i de flesta celler alldeles klotrunda (se fig. 20), under det att de hos *Anemone nemorosa* ännu voro tydligt spolförmiga ehuru dock betydligt mera avrundade än vid en temperatur av 18°C . Kloroplasterna hade hos båda anhopat sig kring kärnan.

I blad, som efter temperatursänkningen utsatts för 18° temperatur, hade efter $\frac{1}{2}$ timme åter ett mycket rikt förgrenat nätverk av strängar utbildats.

Exp. II.

Groddplantor av *Impatiens parviflora*.

Samma försöksanordning som i föregående experiment.

Vid 0° temperatur, hade så gott som alla de vid 15° i epidermiscellerna från hjärtbladens undersida förhandenvarande plasmasträngarna försvunnit. Cellkärnan, som under normala förhållanden är synnerligen lång och smal, hade blivit kortare och bredare, ehuru den dock ej fullständigt förlorat sin spolförm.

Då temperaturen åter fick stiga till 15° utbildades ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar.

Liknande experiment hava företagits med ett flertal andra objekt, såsom t. ex. *Aucuba japonica* (svampparenchym), *Mercurialis annua* (epidermis från stjälken), *Momordica elaterium* (hår), *Ranunculus Nyssanus* (bladepidermis), *Solanum tuberosum* (reservnäringsceller, se denna avh. s. 40), *Vicia phaba* (bladepidermisceller) m. fl.

Vid dessa experiment har temperatursänkningen gått relativt långsamt och vanligen icke drivits lägre än till omkring -2° , vid vilken temperatur de olika objekten fått förbliva under minst 2 timmars tid. Plasmasträngarna, vilkas antal innan försökets början genom undersökning av ett större antal snitt så noggrant som möjligt fastställdes, visade sig i de allra flesta fall hava fullständigt försvunnit, eller också hade deras antal åtminstone betydligt reducerats.

Ett ytterligare bevis för att plasmasträngar saknas vid låg temperatur utgöra följande iakttagelser. Vid tillfällen, då temperaturen i Lund under mars eller april månader

kl. 9 f. m. varit ett par grader under 0° (-2° till -4°), gjordes ute i det fria med en rakkniv snitt av en del på en skuggig plats växande frilandsväxter och av sådana organ, i vars celler jag genom en längre tids erfarenhet visste, att plasmasträngar vid relativt hög temperatur normalt brukar vara för handen. Dessa snitt fixerades ute på växtplatsen omedelbart i osmiumångor och nedlades därpå i en skål med 10 % alkohol, varefter de i laboratoriet härdades i starkare alkohol på vanligt sätt.

Med användande av detta förfaringssätt har jag flerfaldiga gånger hos nedan angivna objekt kunnat konstatera, att plasmasträngar vid en temperatur varierande mellan 0° och -4° C. antingen fullständigt saknas, eller att deras antal i varje fall ytterligt reducerats.

Olika delar av följande växter hava på detta sätt undersökts, nämligen *Ane-mone nemorosa* och *Bellis perennis* (blad-epidermis), *Helleborus niger* (svamp-parenchym), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Lingua* (bladepidermis), *Sambucus nigra* (fig. 21, assim. bark-parenchym), *Senecio vulgaris* (blad-epidermis), *Tradescantia virginica* (epidermis och assim. parenchym från stjälken, fig. 22) m. fl.

Kloroplasterna voro vid denna temperatur i regel anhopade kring cellkärnan, vilken åtminstone hos *Ranunculus Nyssanus*, *R. ficaria* och *R. Lingua* samt *Sambucus nigra* alltid var klotformig. Vid högre temperatur har densamma vanligen en mera ore-gelbunden form.

Ett sönderfallande av plasmasträngarna i små rundade kroppar på det sätt KÜHNE (1864, s. 100) beskrivit, har jag vid dessa undersökningar aldrig iakttagit.

Om dessa växter eller de undersökta delarna därav omedelbart efter snittens förfärdigande inflyttades i laboratoriet, där de placerades under en glasklocka, som fick stå i relativt svagt ljus vid 18° — 20° temperatur, utbildades inom kort vanligen ett stort antal plasmasträngar.

Vid undersökning av samma objekt under olika tider på dagen ute i det fria vid 12° — 18° C. voro alltid, som redan framhållits, plasmasträngar för handen. Även vid $+5^{\circ}$, ja ibland vid $+2^{\circ}$ funnos i de flesta fall plasmasträngar, ehuru i mindre antal än vid 18° temperatur.

Det torde i detta samband böra framhållas, att åtskilliga försök gjorts för att noggrant fastställa den temperatur, vid vilken plasmasträngarna försvinna. Dessa

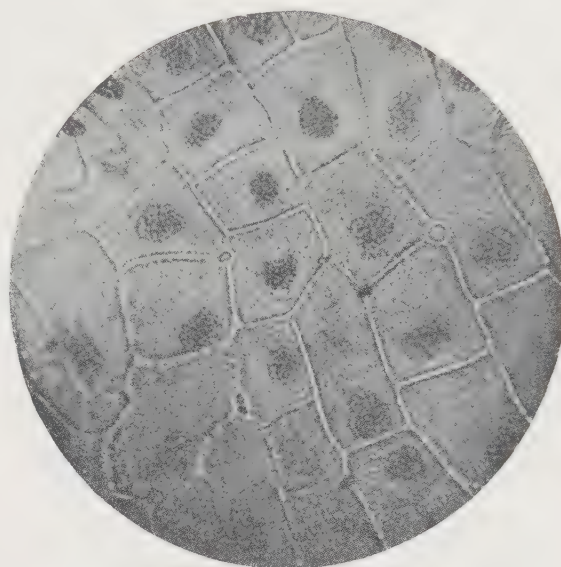


Fig. 21. *Sambucus nigra*. Celler från barkparenchymet vid -2° temp. Förstoring 400 ggr. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

undersökningar hava, som man kunde vänta, givit till resultat, att denna temperatur är mycket olika för olika växter. Så saknas t. ex. redan vid $+5^{\circ}$ hos *Cucurbita pepo* (stjälkhår) i de flesta fall plasmasträngar, under det att de hos *Anemone nemorosa* (bladepidermis) försvinna först vid omkring 0° .

Av dessa undersökningar framgår ju med all önskvärd tydlighet, att protoplasmats anordning vid relativt låg temperatur är enklare än vid temperaturgrader, som ligga närmare den för växterna optimala temperaturen.

Hur KLEMM (1895, s. 641) kunnat komma till en motsatt uppfattning, att abnormt låg temperatur i och för sig icke kan åstadkomma några väsentliga formförändringar har jag icke lyckats att förklara.

I detta sammanhang torde det också vara lämpligt omnämna, att det

även vid högre temperatur, åtminstone inom vissa gränser, har kunnat påvisas ett bestämt samband mellan antalet plasmasträngar och temperaturen. Vid undersökning av *Ranunculus ficaria*, *Heemanthus coccineus*, *Tradescantia virginica* vid omkring $+5^{\circ}$ temperatur och $+25^{\circ}$ i mörker, fanns i regel vid $+25^{\circ}$ ett ojämförligt större antal plasmasträngar än vid 5° . Dessa undersökningar företogs först sedan de ovan nämnda växterna under minst 12 timmar varit utsatta för konstant 5° resp. 25° temperatur.

De föregående undersökningarna hava ju också ådagalagt, att även vid långsamt skeende temperatursänkning betydande förändringar i protoplasmats konfiguration kunna äga rum. Detta bestyrkes också av följande experiment.

Ett övervintrande, med ett större antal submersa vinterblad försett individ av *Ranunculus Lingua*, som under ett par dagar förvarats i ett större kärl med vatten av $+10^{\circ}$ temperatur, delades i två lika stora delar, av vilka den ena fortfarande fick ligga i vatten av $+10^{\circ}$ temp. Den andra delen däremot nedlades i ett kärl, som vid försökets början även innehöll vatten å $+10^{\circ}$, men i vilket under ständig omröring isstycken nedlades, så att temperaturen efter 1 timme och 20 minuter hade sjunkit till omkr. $\pm 0^{\circ}$. Med en avkyld rakkniv gjordes från bladens och stjälkens epidermis snitt, vilka omedelbart fixerades med osmiumångor. Samtidigt gjordes snitt från samma vävnad av den del, som fått kvarligga i vatten å $+10^{\circ}$ temp. Snitten härdades i alkohol på vanligt sätt och färgades med fuchsin-jodgrönt.

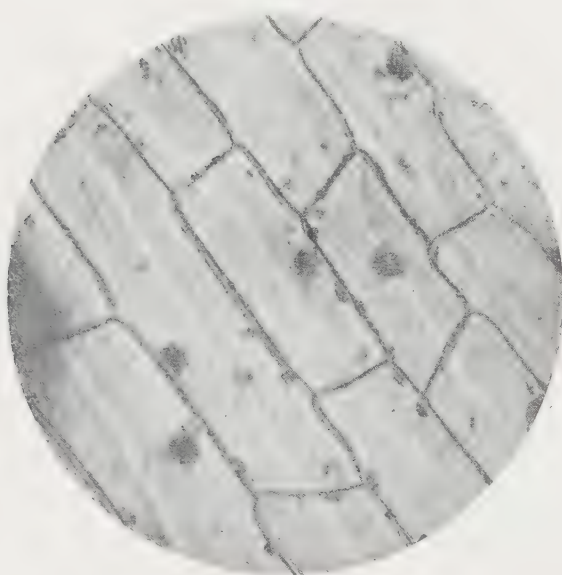


Fig. 22. Epidermisceller från stjälken av *Tradescantia virginica* vid 0° temp. Förstoring 300 ggr. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

I snitten från den del, som utsatts för 0° temp., saknades plasmasträngar så gott som fullständigt, och cellkärnan hade också antagit en mera avrundad form. I snitt från den del av *Ranunculus*-plantan, som förvarats i vatten å 10° , funnos däremot — liksom vid försökets början — i varje cell ett större antal plasmasträngar, vilka till stor del ansatte sig vid cellkärnan.

Resten av den för låg temperatur utsatta delen av *Ranunculus*-plantan nedlades därpå i vatten å 20° . Efter $\frac{1}{2}$ timme hade i bladens och i stjälkens epidermisceller ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar utbildats.

Men även en relativt hastig temperatursänkning har i flera fall visat sig hava samma effekt, såsom av följande experiment framgår.

Ett stort blad av *Hæmanthus coccineus* delades mitt itu, varefter båda delarna under 5 timmars tid placerades under en med fuktigt filtrerpapper klädd glasklocka, som var insatt i en termostad, där temperaturen höll sig ungefär konstant vid $+28^{\circ}$ C. Efter denna tid gjordes med en till samma temperatur uppvärmd rakkniv en del snitt av epidermis från de båda bladhalvornas över- och undersida, vilka på vanligt sätt omedelbart fixerades. I samtliga undersökta celler i dessa snitt funnos ett större antal plasmasträngar (se fig. 15).

Sedan bladhalvorna åter under 15 min. varit utsatta för 28° temp. överfördes den ena hastigt i en med fuktigt filtrerpapper klädd, ganska stor glasburk, i vilken temperaturen förmedelst en köldblandning nedbringats till ung. -1° . Förmedelst en i glasburken nedsatt termometer kunde jag konstatera, att temperaturen vid bladets nedbringande steg något, för att sedan inom 5 min. åter sjunka till 0° . Efter 10 minuter, under vilken tid temperaturen i glasburken sjunkit till $-1,9^{\circ}$, gjordes med en till 0° avkyld rakkniv en del snitt av epidermisvävnaden från bladets över- och undersida, vilka fixerades på vanligt sätt. Samtidigt gjordes även snitt av den andra bladdelen, vilken fått kvarligga i termostaten.

I de förra snitten saknades plasmasträngar i cellerna så gott som fullständigt; i de senare voro sådana förhanden ungefär i samma antal som förut. Plasmasträngarna hade även här försvunnit genom att indragas i väggplasmata.

Även vid användande av levande tunna snitt (bladerpidermis av *Tradescantia virginica* (fig. 23), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Nyssanus*, samt hår av *Momordica elaterium*), vilka på det av KLEMM (1895, s. 642) beskrivna sättet utsattes för

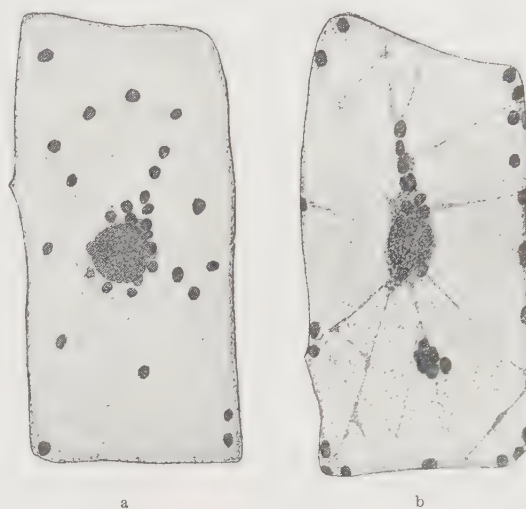


Fig. 23. Epidermisceller från stjälken av *Tradescantia virginica*; a från ett snitt, som plötsligt utsattes för -2° temp. (se texten), b en cell från kontrollsnittet vid 20° temp. Förstoring 635 ggr.

Fixering: osmium-alkohol.

en plötslig temperatursänkning från 20° till -2° har ett sönderfallande av plasmasträngarna i runda kroppar på det sätt KÜHNE (1864, s. 100) och HOFMEISTER (1867, s. 54) beskrivit, blott i sällsynta fall iakttagits. Den vanligaste vid låg temperatur inträdande förändringen i protoplasmats konfiguration är således utan tvivel, att strängarna indragas i väggplasmata.

I vissa fall har jag kunnat konstatera, att plasmasträngarna icke försvunnit trots en längre tids uppehåll vid låg temperatur, oberoende av om temperatursänkningen gått hastigt eller långsamt. Detta har t. ex. visat sig vara förhållandet med plasmasträngarna hos ett par av mig undersökta *Oedogonium*-arter, samt i vissa fall med de av LIDFORSS beskrivna »kino»-plasmasträngarna i lökfjällen av *Tulipa Gesneriana* och *Hyacinthus orientalis*, nämligen då dessa innehålla stora mängder reservnäring. Troligen får detta sättas i samband därmed, att plasmat i dessa celler är relativt trögflytande, så att konfigurationsförändringarna icke hinna att utföras innan köldstelhet inträder.

Följande iakttagelser utgöra ett stöd härför.

I potatisknölar, som några dagar legat vid rumstemperatur under en glasklocka i laboratoriefönstret, hade i de yttre, närmast korkvävnaden belägna cellagren, där leucoplasterna höllo på att grönska, en betydande nybildning av strängar ägt rum, och plasmat befann sig där även i jämförelsevis livlig rörelse. Dessa strängar försvunno åtminstone till en mycket stor del, om potatisen utsattes för -2° temperatur. Däremot försvunno icke de ofta ganska grova plasmasträngar i de stärkelserika cellerna hos en annan potatis, som icke varit utsatta för ljus eller relativt hög temperatur. Detta står sannolikt även här i samband därmed att i det förra fallet plasma-rörelsen var relativt livlig, under det att i det senare plasmat var mycket trögflytande.

Plasmasträngarnas försvinnande står nämligen i intimaste samband med plasmaströmningen och sker, som jag genom undersökning av levande celler kunnat övertyga mig om, antingen på det sätt, att strängarna brista sönder och de i vakuolen inskjutande resterna indragas i väggplasmata eller också så att de under ständiga lägesförändringar allt mer och mer närma sig intill en annan sträng eller till väggplasmata för att till sist sammansmälta därmed.

Då plasmasträngarna vid stigande temperatur åter utbildas, sker detta på det sätt, som i föregående kapitel redan åtskilliga gånger beskrivits. Ett synnerligen lämpligt objekt för studiet härav utgöra håren hos en del *Cucurbitaceer*, t. ex. *Momordica elaterium*.

I dessa hår försvinna plasmasträngarna lätt, om de utsätts för låg temperatur (0° till -2° C.). Om håret därpå, placerat på ett objektglas i vatten à $\pm 0^{\circ}$, så småningom utsättes för rumstemperatur (omkr. 15° C.), finner man snart, att de i plasmat förekommande små kornen (mikrosomer) börja att utföra oscillerande rörelser. Denna rörelse blir allt livligare och livligare och övergår från en oscillerande sådan till en verklig strömning längs bestämda banor. Samtidigt ser man också, hur det i det ursprungligen likformigt fördelade väggplasmata här och där uppstår plasmaanhopningar (se även sid. 14 och fig. 4). En del av dessa försvinna snart igen under det att andra bliva

allt längre och längre och tränga så småningom allt djupare in i vakuolen, tills de ibland slutligen på mitten frigöras, så att en plasmasträng i vanlig mening således uppkommer (se även HANSTEIN 1870, s. 221).

På nu beskrivet sätt uppstå plasmasträngarna, så vitt jag kunnat finna, i de flesta fall. Under stundom har jag emellertid också, t. ex. hos *Hæmanthus coccineus* iakttagit, att plasmasträngar kunnat uppstå i samband med en vakuolbildning på sätt som av HOFMEISTER (1867, s. 57) och BERTHOLD (1886, s. 105) förut beskrivits.

I bladerpidermisceller av *Ranunculus Nyssanus*, *Hæmanthus coccineus*, *Solanum tuberosum* m. fl. uppträda, när plasmasträngarna vid stigande temperatur hålla på att återbildas, då och då också ring- eller hästskoliknande bildningar av det slag, som BORESCH (1914) iakttagit hos en del mossor. Huruvida dessa kunna övergå till strängar, som BORESCH observerat (s. 121), har jag icke med säkerhet kunnat fastställa.

Av dessa undersökningar har således framgått, att det nätverk av plasmasträngar, som under normala förhållanden så ofta anträffas i cellerna, vid lägre temperatur i regel saknas. I de allra flesta fall synes försvinnandet bero på att strängarna indragas i väggplasmata. Mera sällan sönderfalla plasmasträngarna i runda klumpar på det sätt äldre forskare beskrivit (denna avh. s. 40). Detta förekommer säkerligen aldrig i naturen, då en så betydande och plötsligt skeende temperaturförändring, som härför visat sig nödvändig, där sannolikt aldrig förekommer.

Redan vid en temperatur av ett par grader över 0° regenereras i regel plasmasträngarna. Vanligen uppstå till en början ett mycket stort antal, av vilka dock de flesta så småningom tillbakabildas.

B. Hög temperatur.

Även abnormt hög temperatur kan enligt den föreliggande litteraturen förorsaka att betydande konfigurationsförändringar äga rum i växternas protoplaster.

De första iakttagelserna häröver härröra från M. SCHULTZE (1863, s. 48), som observerat, att vid hastig uppvärmning av brännhår hos *Urtica* till 40° och däröver, »dieselben merkwürdigen Veränderungen des Protoplasma eintreten, wie sie BRÜCKE durch starke Schläge des magnetelektromotors erzeugte. Der glatte Contour, welchen das wandständige Protoplasma gegen die Intracellularflüssigkeit besitzt, verändert sich durch Hervortreibung von kugeligen, keulenförmigen und fadenartigen Fortsätzen, deren feinste oft eine schlängelnde oder wie tastende Bewegung zeigen» (Se BRÜCKE 1862, s. 1). »Wird die Erwärmung plötzlich auf 45° und darüber getrieben», fortsätter SCHULZE, »so treten oft die bereits oben erwähnten Varikositäten an den freien Protoplasmafäden auf, wie sich besonders deutlich bei *Tradescantia* beobachten lässt. In andern Fällen erstarren die Fäden in der Lage, die sie einnahmen und verharren noch lange in derselben, bis sie der allmählich um sich greifenden Auflösung des Plasma anheimfallen».

SACHS (1864, s. 67) har iakttagit liknande förändringar i *Cucurbita*-hår, som under 10 minuter i luft varit utsatta för 40—50,5° temperatur. HOFMEISTER (1867, s. 55. ff.)

har också iakttagit dylika konfigurationsförändringar vid abnormt hög temperatur. Han framhåller dessutom på flera ställen, att han vid plötslig uppvärmning sett plasmanätet förenklas.

KLEMM (1895, s. 635 ff.) har närmare undersökt de vid hög temperatur i protoplasmat inträdande konfigurationförändringarna och lyckats fastställa, att de ovan omnämnda gestaltningsförändringarna blott inträda vid hastigt försiggående temperaturstegring och i synnerhet «wenn man die Objecte während des Erregungsstadiums der Einwirkung der höheren Temperatur wieder entzieht».

Mina egna experiment rörande abnormt hög temperaturs inverkan på plasmats konfiguration hava företagits med tillhjälp av det av PFEFFER (1890) konstruerade objektbordet för hög temperatur och hänföra sig till följande material: *Tradescantia virginica* (bladeperidermis och ståndarhår), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Lingua* (bladeperidermis), *Momordica elaterium* (hårbildningar) och *Trianea bogotensis* (rothår).

De resultat, till vilka jag vid dessa undersökningar kommit, bekräfta till fullo riktigheten av de ovan nämnda iakttagelserna, varför en ingående redogörelse härför torde vara överflödig.

Vid långsamt skeende temperaturstegring (från 18° till 40° på en timme) inträdde t. ex. hos *Ranunculus Lingua* inga genomgripande förändringar i plasmanätet. Visserligen stegrades plasmaströmningen högst betydligt och nådde efter ungefär 1/2 timme vid omkring 35° C. sitt maximum. Vid denna temperatur förändrades också plasmanätets utseende relativt hastigt. En del av strängarna, försvunno genom att sammanflyta med väggplasmats eller med andra strängar, men andra uppstodo i deras ställe, så att antalet plasmasträngar snarare till- än avtog. Vid ytterligare uppvärmning upphörde efter 48 minuter — vid ungefär 38° temperatur — plasmaströmningen, vanligen utan att stängarna försvunno.

Om samma objekt plötsligt utsattes för 40° temperatur, inträdde ofta betydande förändringar. Plasmaströmningen blev mera oregelbunden, och på strängarna uppstodo rundade ansvällningar för så vitt de icke brusto sönder och indrogos i väggplasmats.

Mycket våldsamma formförändringar av detta slag har jag hos *Hæmanthus coccineus* och *Ranunculus Lingua* också kunnat iakttaga vid övergången från maximal till lägre temperatur. (Se även KLEMM 1895, s. 640).

Sammanfatta vi nu resultatet av dessa undersökningar över temperaturens inflytande på plasmats konfiguration, så har ju därav framgått, att i celler, där plasmasträngarna under normala förhållanden förefinnas, dessa i de flesta fall saknas vid låg temperatur, oberoende av om temperatursänkningen sker hastigt eller långsamt. Vid maximal temperatur inträder däremot mera betydande förändringar blott i den händelse temperaturstegringen sker mycket plötsligt samt vid återgången till lägre temperatur, vilka förändringar för övrigt äro indentiska med dem, som enligt KÜHNE (1864, s. 100) och KLEMM (1895, s. 642) skola inträda vid en plötslig temperatursänkning. Liknande förändringar inträda även (KLEMM 1895) vid inverkan av induktionsslag och vid kemisk retning. Som KLEMM (s. 640) redan påpekat, tyder

detta på, »dass diese Veränderungen nicht eine spezifische Wirkung der Wärme sind, sondern als die spezifische Wirkung, des plötzlichen Wechsels der temperatur, als eine Schreckwirkung aufzufassen sind.» Mellan den temperatur, vid vilken plasmasträngarna i allmänhet saknas, och maximal temperatur har i de flesta fall antalet plasmasträngar visat sig vara större ju högre den temperatur varit, för vilken cellerna under den närmast föregående tiden varit utsatta (se sid. 37). Så har ju t. ex. hos en del växter (se s. 38) efter någon tids uppehåll vid $+25^{\circ}\text{C}$. i regel ett större antal plasmasträngar varit förhanden än efter ett lika långt uppehåll vid $+5^{\circ}\text{C}$.

Ljusets inflytande på protoplasmats konfiguration.

Så vitt av de föreliggande äldre undersökningarna framgår (PRINGSHEIM 1880 och KLEMM 1895), tyckes protoplasmats konfiguration liksom plasmaströmningen (HAUPTFLEISCH 1892, s. 210) blott i ringa grad påverkas av ljuset¹.

Endast PRINGSHEIM har undersökt de vid mycket starkt ljus inträdande förändringarna i plasmanätet. Enligt hans iakttagelse angående *Spirogyra* synas dessa vara identiska med de konfigurationsförändringar, som uppträda vid extremt hög eller låg temperatur (PRINGSHEIM 1880, s. 328). Säkerligen skulle det kunna varit av intresse att närmare undersöka, hur plasmats konfiguration i växtcellerna påverkas av mycket starkt ljus, liksom det naturligtvis även skulle varit av betydelse att undersöka, om spektrums olika delar härvid förhålla sig på olika sätt. Då jag emellertid ej haft tillgång till den för dylika undersökningar nödvändiga apparaturen, har jag måst avstå därifrån. Mina egna undersökningar hava blott gått ut på att fastställa, om vid plötslig övergång från relativt starkt ljus till mörker (resp. mycket svagt ljus) eller omvänt förändringar i plasmats konfiguration kunna äga rum.

Vad nu först en förändring av ljusintensiteten från relativt starkt ljus² till mörker eller mycket svagt ljus angår, har jag därvid, trots ett stort antal undersökningar, aldrig kunnat konstatera några förändringar i plasmats konfiguration. Dessa experiment hava företagits både med snitt och med hela växter. Först efter en längre tids uppehåll i mörker har i vissa fall (*Ranunculus Lingua*, *Aucuba japonica*) antalet plasmasträngar blivit mindre än hos kontrollväxterna, som fått stå i ljus. Även en övergång från mörker (resp. mycket svagt ljus) till starkare ljus synes vara av

¹ I ett nyligen utkommet arbete har emellertid NOTHMANN-ZUCKERKANDL visat, att man genom att intensivt belysa *Elodea*-blad kan framkalla plasmaströmning.

² Vid dessa försök har använts en vanlig auerlampa uppställd på ungefär 5 dm. avstånd från mikroskopet. Mellan detta och ljuskällan insköts alltid en kuvett med kallt vatten för att förhindra uppvärmning. Denna inrättning är naturligtvis icke fullt betryggande, men genom att kombinera densamma med det av PFEFFER (1890) konstruerade objektbordet för konstant temperatur, genom vilket leddes vatten av 15° temperatur, torde med all säkerhet mera betydande temperaturstegring hava undvikits.

ringa betydelse. Dock har jag i en del fall, som av följande experiment framgår, kunnat konstatera att plasmasträngar utbildats vid belysning.

Relativt tjocka snitt från rhizomet av *Ranunculus Lingua*, vilka utom epidermis innehöll åtminstone ett oskadat cellager,ingo ligga 12 timmar i vatten i ett mörk-rum. Ett sådant preparat belystes därpå med ljus från en auerlampa. Vid försökets början saknades plasmasträngar så gått som fullständigt, men då belysningen fortgått några minuter blev plasmarörelsen synbart livligare och här och var utbildades strängar, som genomkorsade vakuolen. Dessa trådlika bildningar uppträdde som vanligt först som veck på den emot vakuolen vettande delen av väggplasmata.

Liknande iakttagelser har också gjorts på andra objekt, t. ex. epidermisceller av *Ranunculus Nyssanus* och *Tradescantia virginica*. Även hos vissa mossor tyckes vid belysning liknande trådstrukturer uppstå (BORESCH 1914, s. 136). Huruvida dessa verkligen äro plasmasträngar är emellertid ännu icke fastslaget (BORESCH s. 130, LINSBAUR och ABRANOWICZ 1909, s. 170).

Det torde här också våra skäl framhålla, att plasmasträngarna vid låg temperatur försvinna lika fort i diffust ljus som i mörker.

Förändringar i protoplasmats konfiguration vid inverkan av narkotica.

Det är ju ett sedan länge känt förhållande (KÜHNE 1864, s. 47), att vid narkos av amöbornas nakna plasmamassor förhandenvarande pseudopodier indragas. Om i det inom en fast membran inneslutna protoplasmat i växtcellerna vid narkos gestaltungs-förändringar äga rum, är emellertid ännu icke med säkerhet fastställt.

Rörande narkotiserande substansers inflytande på de i växtceller uppträdande trådlika protoplasmabildningar föreligger visserligen en del mycket intresanta iakttagelser i ett i fjol utkommet arbete av BORESCH (1914), men dessa iakttagelser hänföra sig så gott som uteslutande till de hos en del mossor förekommande, redan av KLEBS (1888) iakttagna tråd- eller nätlika strukturerna, vilkas plasmatiske natur emellertid icke är definitivt fastslagen (BORESCH, s. 130).

De omnämnda förändringarna skildras av BORESCH (s. 154) på följande sätt: »Sämtliche Filarbildungen mannigfachster Gestalt zerfallen unter der Einwirkung gewisser in die lebende Zelle diosmierenden Mittel nach Durchlaufen charakteristischer Zwischenstufen (myelinartige Bildungen, Fadenstücke, Schleifen, Ringe, usw.) schliesslich in feine, meist mikroskopisch sichtbare Tröpfchen mit lebhafter Brownscher Molekularbewegung und bilden sich bei Beseitigung des in dieser Weise wirksamen Stoffes durch Auswässern, wiederum zurück auf Kosten der immer mehr schwindenden Tröpfchen, durch Wiedervereinigung derselben, wobei die erwähnten Zwischenstadien dieser Veränderungen nunmehr in umgekehrter Reihenfolge zur Beobachtung gelangen.»

BORESCH har också undersökt vissa narkotiserande substansers (alkohol och kinin) inverkan på hos andra växter förekommande filarstrukturer i avsikt att fastställa, huruvida dessa förhöllo sig på liknande sätt. Hos vissa lägre växter (hos *Vaucheria* och *Pteris cretica*) var detta fallet (s. 150 och 151) under det att de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmasträngarna hos *Bellis perennis* och *Hemanthus coccineus* i detta hänseende visade avvikande förhållanden. Alkohol tycktes hos dessa senare icke åstadkomma synbar inverkan. »Bei Einwirkung der Chininbase kam es häufig zu Stauungen und Knotenbildung in diesen Fäden, die immer feiner wurden und schliesslich wahrscheinlich zerrissen. Die Plasmaballungen gerichten in lebhaft Brown-sche Molekularbewegung, wurden eine Zeit lang noch von der Strömung mitgeführt, schliesslich an einer Stelle anscheinend abgesetzt. Bei rechtzeitigem Auswachsen bildeten sich wieder Fäden, und boten, nach dem auch die Plasmaströmung wieder aufgenommen worden war, dasselbe Aussehen dar, wie früher» (BORESCH s. 152).

Vid mina egna experiment rörande vissa narkotiserande substansers inverkan på protoplasmats konfiguration har jag vanligen förfarit på följande sätt: Av den växt-del jag önskade undersöka gjordes 2 snitt, vilka på vanligt sätt inneslötos i vattenledningsvatten under täckglas, som stöddes med små kapillärer. Båda snitten fingo därpå ligga några timmar under en med fuktigt filtrerpapper klädd glasklocka, varefter antalet plasmasträngar i ett större antal celler så noggrant som möjligt fastställdes. Till det ena preparatet sattes därefter dropvis vid täckglasets ena kant, den lösning jag önskade undersöka, samtidigt som vätska med filtrerpapper utsögs vid den andra.

Exp. 1.

Avskurna hår från stjälken av *Cucurbita pepo*, i vilkas celler funnos en mängd plasmasträngar, behandlades på beskrivet sätt med en 2 % (vol. proc.) lösning av etyleter i vattenledningsvatten. Efter 15 minuter hade strängarna till allra största delen indragits i väggplasmats, och plasmaströmningen hade även så gott som fullständigt upphört. I kontrollpreparaten funnos fortfarande plasmasträngar i stort antal.

Då eterlösningen på objektglaset borttvättades med vattenledningsvatten utbildades ganska snart åter strängar, vilket försiggick på sätt som förut beskrivits (se s. 40). Ibland uppstodo i cellens hörn och kring cellkärnan, där större plasma-massor voro anhopade, vakuoler, vilka också (se s. 41) gävo upphov till strängar, som genomkorsade safttrummet. Efter någon tid hade i vanliga fall ett större antal strängar utbildats än i kontrollpreparatet i vatten.

Exp. 2.

Avskurna hår av *Momordica elaterium* inneslötos på vanligt sätt i vattenledningsvatten under med kapillärer stödda täckglas. Vid tillsats av 1 % eterlösning indrogos efter några minuter de flesta plasmasträngarna i väggplasmats.

Efter $\frac{1}{2}$ timme, varvid ny eterlösning alltjämt tillsattes, under det att den gamla avsögs med filtrerpapper, strömmade ännu plasmats. Enstaka trådar hade åter utbildats och efter hand uppstodo allt flera och flera.

Exp. 3.

Allium cepa. Snitt av epidermis från lökfjällens morfologiska undersida nedlades i en fuktig kammare i en droppe 1 % eterlösning. Efter 15 minuter hade plasmaströmningen upphört och alla plasmasträngar indragits i väggplasmata. Då preparatet överfördes i vatten, uppstod snart en livlig plasmaströmning, varjämte ett stort antal strängar utbildades.

Exp. 4.

Ranunculus ficaria. Bladepidermisceller, 2 % eterlösning. Efter 15 minuter hade alla plasmasträngar indragits i väggplasmata och plasmaströmningen fullständigt upphört. På samma sätt verkade en till hälften mättad lösning av kloroform i vatten.

Exp. 5.

Mercurialis annua (epidermisceller från stammen) och *Ranunculus Lingua* (blad-epidermisceller). Vid behandling med 7,5 % alkohol indrogos de flesta plasmasträngarna mycket snart, varjämte plasmaströmningen upplörde. Efter uttvättning med vatten började strömningen åter, varjämte plasmasträngar ånyo utbildades.

Exp. 6.

Brännhår av *Urtica urens* utsattes i fuktig kammare för inverkan av en 2 % eterlösning. Efter 20 minuter hade samtliga strängar försvunnit, ehuru plasmaströmningen ännu icke upphört. Efter 3 timmar förhöll sig plasmata på samma sätt. Cytoplasmat hade vid försökets början en fibrillär struktur men även dessa fibriller försvunno vid behandlingen med eter. Liknande iakttagelser omnämnas av NEMEC (1901, s. 71). Enligt EWART (1903, s. 102) skulle däremot dylika fibriller uppstå i plasmata vid behandling med eter.

Exp. 7.

Urtica urens. 1 % antipyrinlösning. Samma resultat som i föregående experiment.

Exp. 8.

Trianea bogotensis (rothår). 1 % antipyrinlösning. Efter 15 minuter hade plasmats konfiguration mycket förenklats, i det att alla plasmasträngar indragits i väggplasmata. Ännu tydlig strömning. Efter 2 timmar ännu svag plasmaströmning. Vid tillsats av vatten uppstodo snart åter plasmasträngar på det sätt som å sid. 41 beskrives.

Exp. 9.

Hår av *Momordica elaterium*. Mättad lösning av kinin i vattenledningsvatten. Kinin tränger ganska lätt in i cellerna, och redan efter några minuter börja i de celler, som ligga snittytan närmast, plasmasträngarna försvinna genom att indragas i väggplasmata. Samtidigt uppstå också i vakuolan runda plasmabollar, dels genom att plasmatrådar brista sönder, men dels kunna också sådana avsnöras från väggplasmata. Trots dessa genomgripande förändringar strömmar plasmata en längre tid, varvid plas-

mabollarna föras med den roterande cellsaften. Ännu tydligare framträda dessa av kinin framkallade konfigurationsförändringar i rothåren hos *Trianea bogotensis* och i brännhåren hos *Urtica urens*, vid användande av en med lika stor volym vatten utspädd mättad lösning av kinin. Mera sällan utbildades vid behandling av dessa objekt med kinin vakuoler, något som eljest är fallet, då växtceller utsätts för inverkan av alkaloider eller alkalier (KLEMM 1895, s. 665.) Vid tillsats av vatten försvunno de omtalade, i vakuolen belägna plasmabollarna åter och vanligen genom att sammansmälta med väggplasmata, från vilket också strängar började utbildas. Detta sker här, som redan BERTHOLD (1886, s. 105) konstaterat vanligen i samband med en vakuolisering av plasmata.

Exp. 10.

Snitt av *Allium cepa* (epidermis från lökfjäll) behandlades med mättad kininlösning. På plasmasträngarna uppstodo efter ett par minuter en mängd runda plasmaklumpar. En del av strängarna indrogos i väggplasmata. Vid tillsats av vatten inträdde snart åter normala förhållanden.

Exp. 11.

Mercurialis annua. Epidermis från stjälken. Vid tillsats av en mättad kininlösning ökades plasmaströmningens hastighet snart ganska betydligt. Strängarna blevo här och var tunnare, under det att det på andra ställen uppkom runda eller spolförmiga ansvällningar. Dessutom uppstodo ganska ofta vibrerande ringar och plasmasyngor av det slag, som BORESCH (1914, s. 109) iakttagit vid behandling av celler från mossblad med kinin. Plasmasträngarna försvunno emellertid icke fullständigt.

Exp. 12.

Momordica-hår. 0,5 % koffeinklösning. Redan efter 10 minuter hade de flesta plasmasträngarna försvunnit, ehuru plasmaströmningen ännu fortgick. Koffein i denua och högre koncentration tyckes emellertid ej verka så våldsamt omgestaltande som en mättad lösning av kinin.

Exp. 13.

Ranunculus Lingua. Anthocyanförande barkparenchymceller från en luftstam. I samtliga undersökta celler funnos vid försökets början en del plasmasträngar. Vid tillsats av en mättad chiuinlösning ökades till en början plasmaströmningens hastighet, men snart blev den åter långsammare och plasmasträngarna började försvinna genom att indragas i väggplasmata. Även här uppstodo enstaka plasmabollar och ringliknande bildningar. Vid tillsats av vatten inträdde efter någon tid åter normala förhållanden.

Att i narkotiserade protoplaster plasmasträngar icke kunna utbildas framgår också av följande experiment.

Såsom vi i det följande skola se, utbildas det ibland vid plasmolys ofta ett stort antal plasmasträngar. Så erhåller man t. ex. vid plasmolys av *Allium cepa* (assim. parenchymceller från stjälken) med 0,75 n. glykoslösning efter några timmar, ett rikt förgrenat plasmanät (fig. 24 a och 25 a). Innehåller den plasmolyserande

protoplasmatets gestalt så mycket som möjligt förenklas genom att de under normala förhållanden förekommande plasmasträngarna indragas i väggplasmat. I en del fall har jag emellertid härvid kunnat fastställa, att under de första ögonblicken en tendens till utbildning av plasmasträngar gjort sig gällande, vilket åtminstone hos *Allium cepa* också ibland varit fallet vid en längre tids inverkan av svaga lösningar (1 till 2 procent) av etylalkohol.

Även de undersökta alkaloiderna hava understundom verkat på samma sätt som andra av mig undersökta narkotica. I synnerhet kinin framkallar emellertid ett annat slag av gestaltsförändringar analoga med dem BORESCH (1914) iakttagit hos en del mossor. Plasmasträngarna sönderfalla, då cellerna behandlas med kinin vanligen till en del i större eller mindre plasmabollar. Sådana plasmabollar avsnöras emellertid också i plasmarika celler från väggplasmat.

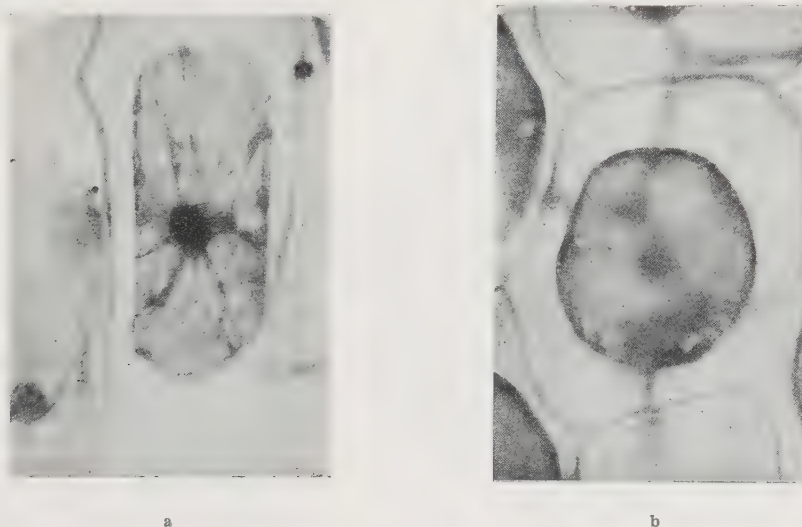


Fig. 25. Celler från samma snitt som i föregående figur men fotograferade med 450 ggrs. förstoring.

Detta förhållande, att vid kemisk retning dylika i vakuolen suspenderade plasmakulor kunna uppstå har iakttagits av åtskilliga forskare. PFEFFER (1886, s. 262) har t. ex. iakttagit en liknande utbildning av plasmabollar vid inverkan av anilinfärger, särskilt Bismarkbrunt, och KLEMM (1895, s. 676) vid inverkan av syror samt relativt koncentrerade lösningar av alkalier (se även denna avh. s. 44 o. 45). Såsom vi förut haft tillfälle konstatera (s. 42), uppstå sådana plasmabollar också vid plötsligt skeende temperaturförändringar.

Utom de här omnämnda experimenten med kinin har jag också undersökt en del andra alkaloiders och även alkaliers inverkan på protoplasmat och särskilt den därvid inträdande vakuolbildningen (KLEMM 1895, s. 669 ff.). Dessa undersökningar komma emellertid att på annat ställe offentliggöras.

Förändringar i protoplasmats konfiguration vid plasmolys.

I den botaniska litteraturen föreligger hittills blott ett fåtal uppgifter rörande förändringar i protoplasmats konfiguration vid plasmolys.

Enligt tvänne arbeten av KLERCKER (1892) och KÜSTER (1910) skulle vid plasmolys av växtceller största delen av cytoplasmat efter någon tid anhopas kring cellkärnan. Angående de oss här intresserande trådlika bildningarnas förhållande vid plasmolys omnämner HOFMEISTER i det ofta förut citerade arbetet »Die Lehre von der Pflanzenzelle» (1867, s. 52), att han vid behandling av ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* med en 10 % lösning av salpetersyrat kali konstaterat,

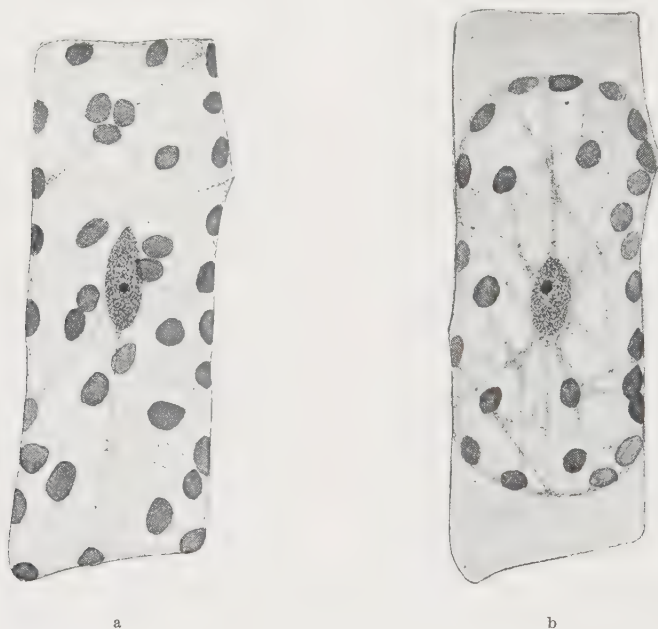


Fig. 26. *Ranunculus Lingua* (rhizom). Cell från det subepidermala parenchymet; a efter 5 timmars uppehåll i vatten, b efter 2 timmar i 0,75 n. druvsockerlösning. Förstoring 600¹. a efter levande, b efter fixerat material. Fixering se texten.

att de genom vakuolen förlöpande strängarna till största delen indrogos i väggplasmat för att vid tillsats av destillerat vatten under loppet av 10—12 minuter åter utbildas.

Att plasmolys emellertid, som av de i det följande framlagda undersökningarna kommer att framgå, i en del fall leder till utbildandet av ett stort antal cytoplasmasträngar, tyckes man hittills fullständigt hava förbisett.

Vid dessa experiment användes vanligen följande metodik. Relativt tjocka snitt av de växtdelar, som jag önskade undersöka, plasmolyserades på vanligt sätt i små med lock försedda glasskålar, rymmande ungefär 20 ccm., med olika starka lösningar av rörsocker, druvsocker, fruktsocker, galaktos, kaliumnitrat eller kalcium-

¹ Fig. 26 b förminskad $\frac{1}{4}$ i stället för $\frac{1}{8}$.

nitrat. Efter en viss tid undersöktes snitten sedan på vanligt sätt under mikroskopet antingen levande, eller också fixerades de efter den av mig förut beskrivna metoden (ÅKERMAN 1914). Experimenten förtogos vanligen, då annat ej framhålles, vid ungefär 18° temperatur och i svagt diffust ljus. Vid varje experiment förekomma kontrollpreparat i vatten.

Exp. 1.

Ranunculus Lingua. Snitt från bladskäftets nedre del, vilka jämte epidermisvävnaden innehöllo åtminstone ett av de under denna vävnad belägna parenchymatiska cellagren, plasmolyserades med $\frac{1}{2}$ n. kaliumnitratlösning. Redan efter 5 minuter hade tydlig plasmolys inträtt, och efter ytterligare 10 minuters förlopp hade antalet plasmasträngar, som vid försökets början var helt ringa, högst betydligt ökats. Efter 2 timmar hade i samtliga celler ett rikt förgrenat nätverk utbildats. Kärnan, som ursprungligen var belägen i väggplasmata, hade nu i flertalet celler blivit »upphängd» i vakuolens centrum (se fig. 26).

Exp. 2.

Ranunculus Lingua (assimilerande barkparenchym), *Mercurialis annua* och *Tradescantia virginica* (stjälkens epidermis). Plasmolys med 0,75 n. glykoslösning.

Efter 1 timmes uppehåll i den plasmolyserande lösningen hade i samtliga celler ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar utbildats (se fig. 27). Efter 24 timmar kvarstod detta blott hos *Ranunculus*

Lingua och *Mercurialis annua*. Hos *Tradescantia virginica* hade de allra flesta strängarna försvunnit och plasmat anhopat sig kring cellkärnan på det sätt, som KÜSTER (1910) beskrivit.

Exp. 3.

Hæmanthus coccineus. Bladepidermisceller, plasmolyserade med 0,5 n-glykoslösning.

Efter 1 timme var antalet plasmasträngar i de plasmolyserade cellerna ojämförligt mycket större än hos kontrollpreparaten, som lågo i vattenledningsvatten. Efter 3 timmar funnos ännu ett stort antal plasmasträngar, ehuru plasmat redan hade börjat anhopa sig kring kärnan på det sätt som KÜSTER (1910) beskrivit. Efter 5 timmar var plasmasträngarnas antal åter helt obetydligt. Plasmata hade nämligen då till största delen anhopats kring cellkärnan. Samma resultat erhöles med 0,3 n. KNO_3 -lösning.

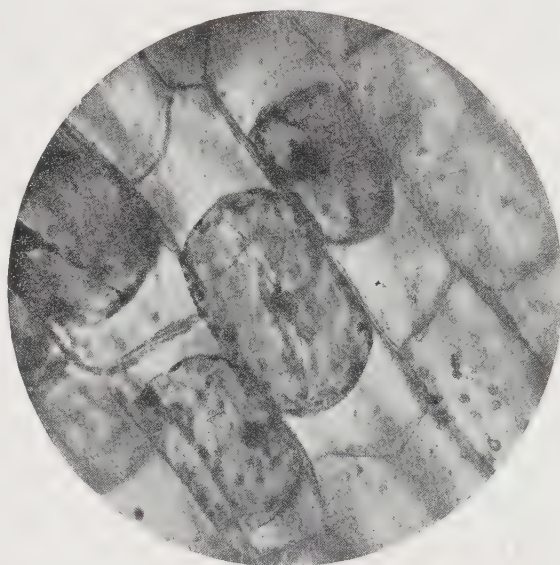


Fig. 27. En del av ett i 0,75 n. druvsockerlösning plasmolyserat snitt av *Ranunculus Lingua* (barkparenchym). Förstoring 250. Fixering: se texten. MATTSON foto.

Liknande försök hava företagits med *Allium cepa* (epidermisceller från lökfjäll: 0,75 n. druvsockerlösning), fig. 28), *Ranunculus Lingua* (bladepidermis: 0,75 n. fruktsockerlösning) *Vicia phaba* (bladepidermisceller: 0,6 rörsockerlösning) m. fl. och hava alla givit samma resultat, nämligen det att plasmasträngar efter 1—2 timmar i större eller mindre grad utbildats i samband med plasmolysen.

Denna utbildning av plasmasträngar vid plasmolys förutsätter, att plasmolysen icke sker med allt för stor våldsamtet. Vid plasmolys med mycket koncentrerade lösningar av t. ex. $\frac{1}{4}$ n. lösningar av druvsocker eller kaliumnitrat har jag hos *Ranun-*

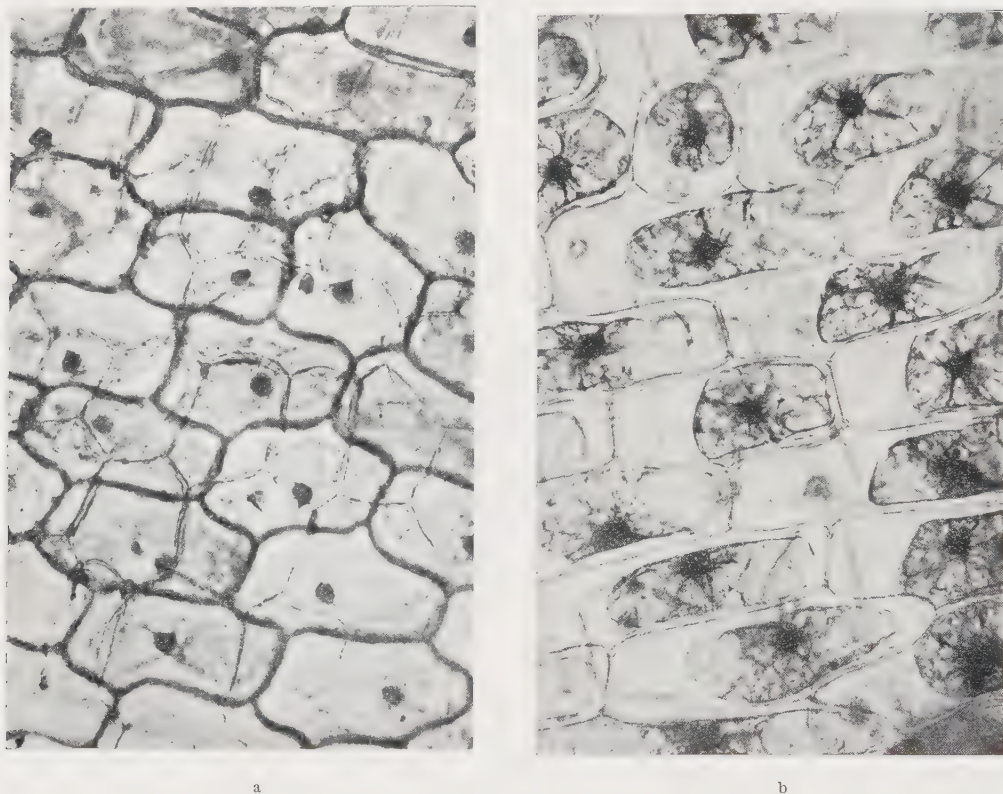


Fig. 28. *Allium cepa*. Epidermisceller från den morfologiska undersidan av ett lökfjäll; *a* i vatten, *b* plasmolyserade med 0,75 n. druvsockerlösning.

Förstoring 150. Fixering: osmium-alkohol.

culus Lingua (barkparenchym), *Hæmanthus coccineus* (bladepidermis), *Umbilicus sp.* (epidermis fr. stjälken) liksom HORMEISTER (1867, s. 52) iakttagit, att plasmasträngarna vanligen försvinna för att dock i många fall efter någon tid åter utbildas. Det mest ändamålsenliga förfaringssättet vid undersökningar av detta slag torde därför vara att innesluta snitten under täckglas i en lösning av så låg koncentration, att den icke framkallar plasmolys och därpå helt enkelt låta preparatet ligga någon tid, så att lösningen genom avdunstning av vatten så småningom blir så koncentrerad att plasmolys inträder.

Med denna metod hava experiment företagits med följande växtdelar: *Bellis perennis* (epidermis från bladundersidan: druvsocker), *Ranunculus Lingua* (blad-

epidermis: galaktos, kaliumnitrat, kalciumnitrat), *Aucuba japonica* (svampparenchym: druvsocker och kaliumnitrat), *Hyacinthus orientalis* (bladepidermis: druvsocker och galaktos) *Selaginella Martensii* (barkparenchym: rörsocker). Även vid användande av detta förfaringssätt uppstod det i samband med plasmolysen ett stort antal plasmasträngar.

Utbildningen av plasmasträngar vid plasmolys sker på samma sätt som förut beskrivits alltså vanligen därigenom, att ett slags veckliknande bildningar uppstå, vilka kunna frigöras och bilda genom vakuolen förlöpande strängar (se denna avh. s. 14).

Att närmare avgöra varpå denna vid plasmolys inträdande ofta mycket betydande ökning av plasmasträngarnas numeriska antal beror, torde för närvarande vara så gott som omöjligt. Då plasmasträngarnas antal i cellerna naturligtvis i hög grad är beroende av hur stor plasmats volym är i förhållande till vakuolens, så ligger det utan tvivel närmast till hands att antaga, att anledningen till att plasmasträngar utbildas vid plasmolys skulle vara den att vakuolens volym minskats och plasmats samtidigt undergått en relativ ökning.

Detta bestyrkes i viss mån därav, att åtminstone hos *Ranunculus Lingua* antalet plasmasträngar visat sig bli större vid stark än vid svag plasmolys. I andra fall (t. ex. hos *Allium cepa*) har emellertid ofta ett lika stort antal strängar anträffats vid svag plasmolys som vid stark, vilket tyder på att även upphävandet av turgorn och den vid plasmats kontraktion från cellväggen inträdande läderingen (HECHT 1912) också skulle vara av betydelse.

I de flesta fall samlas till sist plasmats, som KÜSTER (1910) redan påvisat, kring kärnan, och plasmasträngarnas antal avtager då också allt mer och mer. Dessa plasmaanhopningar uppstå i vissa fall efter ganska kort tid, och »strängstadiet» blir därför av kort varaktighet. I andra fall t. ex. hos *Ranunculus Lingua* och *Mercurialis annua* (stjälkepidermis och assimilerande parenchym) fortfar plasmats anordning i trådar eller strängar ännu efter 24 timmar; vid plasmolys av *Ranunculus Lingua* med 0,7 n. rörsockerlösning t. o. m. 3 dygn eller längre.

Denna utbildning av plasmasträngar vid plasmolys har också i hög grad visat sig beroende av temperaturen. Så utbildas t. ex. hos *Ranunculus Lingua* ett mycket större antal plasmasträngar vid $+20^{\circ}$ temperatur än vid $+5^{\circ}$. Vid ännu lägre temperatur, 0° och därunder, utbildas inga strängar alls, utan de redan förekommande indragas, något som jag genom ett flertal experiment kunnat övertyga mig om. Av dessa experiment anföres blott följande:

Av en *Ranunculus Lingua*-planta gjordes med en rakkniv en del tangentiella längdsnitt, vilka utom epidermis innehöllo åtminstone ett lager av de därunder liggande parenchymcellerna. En del av dessa snitt nedlades i en liten glaskål i 20 ccm. av en 0,7 n. glykoslösning av 18° temperatur och resten i en lika koncentrerad lösning, vars temperatur förmedelst en köldblandning nedbringats till omkring $\pm 0^{\circ}$ C. Såväl i epidermis som i parenchymcellerna funnos vid försökets början blott ett ringa antal plasmasträngar. Efter 1 timme hade i båda försökskärlen såväl epidermisceller som de underliggande parenchymcellerna blivit tydligt plas-

molyserade, men endast i de celler, som plasmolyserats vid 18° temperatur förekom plasmaströmning och strängar. I de, som plasmolyserats vid 0° temperatur, var plasmaströmning ytterligt långsam, och där hade icke heller plasmasträngar uppstått.

Att de för en temperatur av $\pm 0^\circ$ utsatta snitten icke tagit någon skada, framgick därav, att då de överflyttades i en lika koncentrerad glykoslösning av 18° temperatur, inställde sig så gott som omedelbart en ganska livlig plasmaströmning, i samband med vilken plasmasträngar på förut beskrivet sätt också började utbildas.

Sammanfattning.

Det är ju ett sedan länge bekant förhållande, att det inom en fast membran inneslutna protoplasmat i äldre, med en relativt stor vakuol försedda växtceller — liksom Amöbornas och Myxomyceternas nakna plasmamassor — kan undergå betydande gestaltningsförändringar. Under det att dessa hos Myxomyceter och framför allt Amöbor ganska ingående undersökts, hava desamma hos högre växter hittills blott varit föremål för ringa uppmärksamhet. Visserligen föreligger redan, framför allt i KLEMMS (1895) förtjänstfulla arbete om desorganisationsföreteelser i cellen åtskilliga iakttagelser häröver, men en systematiskt genomförd undersökning har emellertid hittills saknats.

De undersökningar, för vilka i det föregående redogjorts, hava framför allt behandlat temperaturens inflytande på protoplasmats konfiguration, men dessutom hava också de vid narkos och plasmolys inträdande konfigurationsförändringarna varit föremål för uppmärksamhet. Någon hänsyn har också tagits till ljusets inflytande på protoplasmats anordning i växtcellerna, ehuru ingående undersökningar däröver icke kunnat företagas.

Undersökningarna över temperaturens inflytande på protoplasmats konfiguration hava ådagalagt, att vid relativt låg temperatur den under normala förhållanden så ofta förekommande anordningen av protoplasmat i trådlika bildningar i de flesta fall fullständigt upphäves genom att strängarna ingå i väggplasmata. Så våldsamma gestaltningsförändringar som KÜHNE (1864, s. 100) beskrivit, hava ytterst sällan iakttagits och uppträda, som redan KLEMM (1895, s. 644) konstaterat, endast vid mycket hastig temperaturväxling. Mellan den temperatur, vid vilken strängar i allmänhet saknas och den temperatur, vid vilken värmestelhet inträder, synes plasmats konfiguration vara mera komplicerad vid rel. hög än rel. låg temperatur, förutsatt naturligtvis att protoplasmat icke utsatts för retningar av annat slag. (Se även LIDFORSS 1908, s. 34).

Vid abnormt hög temperatur inträda, som redan KLEMM (s. 640) visat, mera betydande konfigurationsförändringar endast vid plötslig temperaturstegring och

framför allt om man plötsligt utsätter objekt, hos vilka värmestelhet redan inträtt, för lägre temperatur.

Liknande förändringar inträda även vid inverkan av induktionsslag (KLEMM 1895, s. 647 ff.) och vid kemisk retning (se denna avh. s. 49), vilket tyder på, att desamma äro att uppfatta som en specifik verkan av plötsligt inträdande förändringar, alltså som ett slags »Schreckwirkung» (se sid. 42).

Ljusets inflytande på protoplasmats konfiguration har, som förut framhållits, icke kunnat så ingående undersökas som önskvärt vore. Författaren har emellertid kunnat fastställa, att vid plötslig förändring av ljusintensiteten från relativt starkt ljus till svagt (resp. mörker) inga synbara förändringar i protoplasmats konfiguration äga rum. Däremot har vid en förändring av ljusintensiteten i motsatt riktning under stundom en numerisk ökning av plasmasträngarnas antal observerats.

Mycket genomgripande konfigurationsförändringar hava konstaterats vid behandling av växtceller med narkotiserande ämnen, såsom etylalkohol, eter, kloroform, antipyrin och några alkaloider (kinin och koffein). Vid användande av relativt starka lösningar (2 % eter el. antipyrin, mättad vattenlösning av kloroform 7,5 eller 5 % etylalkohol), indrogos vanligen plasmasträngarna i väggplasmats, varjämte plasmaströmningen i allmänhet upphörde. Användes svagare lösningar kunde under stundom en ökning av plasmasträngarnas numeriska antal konstateras, samtidigt som plasmaströmningen blev livligare. Även vid behandling av cellerna med kinin försvunno ofta plasmasträngarna — åtminstone till en del — genom att indragas i väggplasmats. Ofta sönderfölo de emellertid i runda klumpar eller bollar på det sätt, som BORESCH (1914) iakttagit hos vissa mossor.

Slutligen har i denna del också redogjorts för några undersökningar rörande vid plasmolys inträdande konfigurationsförändringar i växtcellerna. Enligt äldre iakttagelser (HOFMEISTER 1867, s. 57) skulle plasmasträngarna vid plasmolys indragas i väggplasmats. Detta har emellertid endast visat sig vara fallet vid plasmolys med mycket koncentrerade lösningar. Vid svag eller måttligt stark plasmolys utbildas i stället mycket snart ett stort antal strängar, som i alla riktningar genomkorsa saftrummet. Till sist anhopas emellertid i plasmolyserade celler cytoplasmat vanligen kring cellkärnan på det sätt som KÜSTER (1910) beskrivit. Hos vissa växter sker detta efter en relativt kort tid, men hos andra inträffar det först efter flera dygn och i vissa fall icke alls.

Av dessa undersökningar och särskilt av dem, som berört plasmasträngarnas förhållande vid olika temperaturgrader och vid narkos, har således framgått, att den så ofta observerade mera komplicerade anordningen av växternas protoplasma i trådar och strängar endast förekommer under gynnsamma yttre betingelser. I följd härav ligger det ju nära till hands att antaga, att närvaron av plasmasträngar i en växtcell skulle tyda på att en livlig ämnesomsättning där äger rum (se även KLEMM s. 677). Undertryckes denna t. ex. genom att cellerna utsättas för abnormt låg temperatur, en längre tids mörker eller narkos försvinna plasmasträngarna, och plasmat antager den relativt enkla gestalt, som det normalt har i

celler där rotationsströmning förekommer¹. Som ett ytterligare stöd för mitt antagande, att närvaron av plasmasträngar tyder på en livlig ämnesomsättning, anföras följande iakttagelser.

I de under korkvävnaden belägna cellerna i rotknölar av *Solanum tuberosum* finnes, då dessa en längre tid förvarats i mörker, även vid relativt hög temperatur vanligen ett ganska litet antal plasmasträngar. Utsättas emellertid samma objekt för direkt solljus, så uppträda samtidigt med en livlig klorofyllbildning ett stort antal strängar. Detsamma äger också rum i de subepidermala cellerna hos lökar av *Hyacinthus orientalis*, då dessa utsättas för direkt solljus. Även i samband med stärkelsebildning har i vissa fall en numerisk ökning av plasmasträngarna kunnat konstateras, vilket framgår av följande experiment. Snitt från bladskäftets bas av *Ranunculus Lingua* nedlades i små glasskålar, rymmande 25 ccm, i 0,2 n-lösningar av glucos, lävulos, galactos eller vattenledningsvatten. Glasskålarna fingo stå i mörker vid 18° temp. Efter 3 dygn hade i kloroplasterna hos de snitt, som lågo i glucos och lävulos, bildats ganska mycket stärkelse, och här fanns också ett stort antal plasmasträngar. I de snitt, som legat i galactos eller i vatten, hade ingen stärkelse bildats, och här saknades också plasmasträngar så gott som fullständigt. Detta försök har upprepats åtskilliga gånger med samma resultat. Liknande resultat erhöles med saccharos och lactos. Med saccharos bildas stärkelse men icke med lactos.

Det torde i detta samband också böra framhållas, att LIDFORSS (1908, s. 38) iakttagit, att de av honom beskrivna kinoplasmastrukturerna (vars identitet med vanliga cytoplasmasträngar blivit bevisadt i detta arbetes första del) voro bäst utbildade i sådana organ resp. vävnader »wo die Chromatophoren zu besonderen Leistungen aktiwirt werden sollen (Chlorophyllbildung in ergrünenden Rhizomen und Zwiebeln, Stärkebildung resp. Stärkeauflösung usw.)».

Som ett ytterligare stöd för mitt antagande, att närvaron av plasmasträngar tyder på en livlig ämnesomsättning, kan anföras, att plasmasträngar ofta uppstå, då cellerna lösgöras från det naturliga sambandet med närgränsande celler (DERNECKE 1881, s. 12, HAUPTFLEISCH 1892, s. 193). På grund av den då inträdande sårfeberna m. m. har man ju skäl att förmoda, att en livlig ämnesomsättning äger rum, ett förhållande som ju lätteligen låter sig biologiskt förklara.

Att på basis av dessa undersökningar giva en fullt uttömmande utredning angående arten av de krafter, varav de beskrivna konfigurationsförändringarna bero, torde för närvarande icke vara möjligt. Utan tvivel spelar här, liksom vid amöbornas gestaltningsförändringar, ytspänningen en mycket viktig roll (BERTHOLD 1886, kap. 2, PFEFFER 1904, kap. 137 o. 140 m. fl.). Så uppstå t. ex. de ofta omnämnda på väggplasmata förekommande veckbildningarna sannolikt i följd av lokala differenser i ytspänningen i gränsskiktet mellan cytoplasma och vakuol.

¹ Att plasmasträngarna under ogynnsamma omständigheter indragas i väggplasmata har också FRANK SCHWARZ (1892, s. 136) observerat. Som exempel härför anføres följande: »*Spirogyra* schon ungünstiger Beleuchtung, bei *Mnium* nach längerer, wochenlanger Verdunklung, bei *Pisum* und *Tradescantia* beim Alterwerden der Zellen».

Utan tvivel spelar dylika lokala differenser i ytspänningen även en viktig roll vid de till väggplasmata bundna trådliknande bildningarnas övergång till genom vakuolen förlöpande strängar.

Men även plasmats konsistens är vid dessa gestaltningsförändringar av stor betydelse. Plasmata kan ju understundom vara så trögflytande (t. ex. i reserv-näringsceller), att alla gestaltningsförändringar äro fullständigt uteslutna. Men även i celler med mycket lättflytande plasma, där rotationeströmning förekommer (BERTHOLD 1886, s. 119), bliva dessa konfigurationsförändringar av mindre genomgripande art beroende därpå, att genom vakuolen förlöpande plasmasträngar ej kunna utbildas, då i dylika celler plasmats ringa viskositet omöjliggör utspännandet av talrika tunna plasmaträdar genom cellens lumen.

I vissa fall har jag vid dessa undersökningar tyckt mig kunna konstatera, att i samband med utbildningen av plasmasträngar en ökning av cytoplasmats volym ägt rum. Liknande iakttagelser omnämnas också av DEHNECKE (1881, s. 25).

Det är naturligtvis i regel ytterligt svårt att bevisa att en dylik ökning av cytoplasmats volym verkligen ägt rum. I ett annat sammanhang skall jag emellertid redogöra för en undersökning över den s. k. aggregationen i tentaklerna hos *Drosera rotundifolia*, varav det framgått, att en ökning av plasmats volym faktiskt äger rum icke blott här utan även i andra växters celler, om de behandlas med vissa bestämda substanser. Samtidigt som plasmats volym ökas utbildas ett stort antal plasmasträngar, som i olika riktningar genomkorsa safttrummet.

Den omtalade volumökningen har intressant nog visat sig sammanhånga med en betydande ökning av turgorn. Både volym- och turgorökning äro reversibla processer.

Zusammenfassung in deutscher Sprache.

Titel der Arbeit: *Studien über fadenförmige Protoplasmastrukturen in den Pflanzenzellen.*
(Beiträge zur Kenntnis der Struktur und Konfiguration des pflanzlichen Protoplasmas.)

Im ersten Teile dieser Arbeit berichtet der Verfasser über einige Untersuchungen der fadenähnlichen Protoplasmastrukturen, die in der botanischen Literatur »kinoplasmatische Aufhängefäden« (MIEHE 1899) und »kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatoforen« (LIDFORSS 1908) genannt worden sind.

Nach LIDFORSS (1908, S. 32), der diese Kinoplasmastrukturen am meisten eingehend studiert hat, sollten sie entweder direkte Kernfortsetze sein, die als feine Ausläufer des in diesem Falle meistens bipolaren Kernes das Cytoplasma durchsetzten, oder von der Kernmembran ausgehende und mit dieser stofflich identische Ausläufer, die sich gegen das übrige Protoplasma deutlich abhoben. Diejenigen Chloroplasten, welche mit dem Zellkern nicht in direkter Verbindung standen, kommunizierten nach LIDFORSS auch meistens teils mit den direkt verbundenen teils unter sich durch solche Kinoplasmafasern.

Eingehende Untersuchungen dieser Strukturen in lebendigen Zellen mit hoher Vergrößerung haben aber ergeben, dass sie dem Zellkern oder dessen Membran nicht gehören, und dass sie — mit einigen Ausnahmen¹ — auch nicht fadenähnliche Differenzierungen (Kinoplasmastränge) in einem anders organisierten Cytoplasma (Trophoplasma) sind, sondern haben sich entweder als die Vakuole durchsetzende Plasmafäden oder als eine Art band- oder fadenähnliche in die Vakuole eindringende Falten des Wandplasmas gezeigt.

Durch näheres Studium der Entstehungsart dieser fadenähnlichen Protoplasmastrukturen und der Veränderungen, die sie bei der Protoplasmaströmung erleiden, hat der Verfasser feststellen können, dass sie mit gewöhnlichen Cytoplasmafäden identisch sind [d. h. mit den seit langer Zeit bekannten fadenähnlichen Protoplasmabildungen, die in Zellen mit zirkulierendem Protoplasma (z. B. in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia virginica*) vorkommen]. Die erythrophile Hülle des Zellkerns,

¹ Die erwähnten zum Cytoplasma lokalisierten Fäden sind nach dem Verfasser keine Ausläufer der Kernmembran sondern, entweder fadenförmige Protoplasmastrukturen, die mit den s. g. Vibrioiden (SWINGLE 1898, LAGERHEIM 1899) identisch erscheinen (Fig. 6 u. 13.) oder Fibrillen, die wahrscheinlich mit den von NEMEC (1901), HABERLANDT (1901), u. a. beschriebenen Fibrillen identisch sind.

von welcher diese Fadenstrukturen nach LIDFORSS ausstrahlen und mit der sie stofflich identisch sein sollten, hat sich nur als eine Anhäufung von Cytoplasma um den in der Vakuole durch Cytoplasmafäden aufgehängten oder vom Wandplasma etwas eindringenden Zellkern gezeigt. Eine wirkliche Kernmembran, d. h. eine morphologisch differenzierte Grenzschicht zwischen Kern und Cytoplasma, hat der Verfasser niemals in unbeschädigten oder mit osmium-alkohol fixierten Zellen mit Gewissheit feststellen können.

In beschädigten Zellen oder in solchen die mit anderen Fixierungsmitteln (Alkohol, FLEMMINGS, CARNOY's oder KAISERS Lösung) fixiert worden sind, findet man gewöhnlich eine deutlich abgesetzte Kernmembran, die jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach ein Fixierungsprodukt ist (LIDFORSS 1908, S. 32).

Da man während der letzten Decennien bei cytologischen Untersuchungen so gut wie immer mit solchem Material gearbeitet hat, das mit diesen Flüssigkeiten fixiert worden war, ist es ohne Zweifel ein solches Fixierungsprodukt, das man gewöhnlich als Kernmembran beschrieben hat.

Dass eine mit unseren optischen Hilfsmitteln sichtbare Kernmembran im allgemeinen nicht vorhanden zu sein scheint, braucht ja aber nicht zu bedeuten, dass eine diosmotisch wirksame Niederschlagsmembran zwischen Cytoplasma und Zellkern nicht existieren sollte. Eine solche Niederschlagsmembran braucht ja gar nicht so dick zu sein, dass sie auch bei der uns gegenwärtig zu Gebote stehenden möglichst hohen Vergrößerung als eine morphologisch differenzierte Schicht sichtbar ist (Bechhold 1913. S. 241).

Im zweiten Teil dieser Arbeit giebt der Verfasser einen Bericht über seine Untersuchungen über die Konfigurationsveränderungen des Protoplasmas in behäuteten Pflanzenzellen. Diese Untersuchungen haben besonders den Einfluss der Temperatur auf die Konfiguration des Protoplasmas behandelt aber auch die Gestaltungsveränderungen, die bei Einwirkung des Lichtes, gewisser narkotisierenden Substanzen und bei Plasmolyse der Zellen stattfinden.

Die Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Konfiguration des Protoplasmas haben ergeben, dass die unter normalen Umständen vorkommende Anordnung des Protoplasmas in Bändern oder Fäden bei verhältnismässig niedriger Temperatur ($+2^{\circ}$ bis -4° C) in den meisten Fällen dadurch völlig aufgehoben wird, dass die erwähnten Bänder oder Fäden in das Wandplasma eingezogen werden.

So bedeutende Gestaltungsveränderungen wie diejenigen, die von KÜHNE (1864, S. 100) beschrieben sind, und die überall in der Litteratur als Beispiel der durch die Temperaturvariationen verursachten Konfigurationsveränderungen in den Protoplasten der Pflanzenzellen aufgestellt werden, sind nur sehr selten beobachtet worden, und erscheinen, wie schon von KLEMM (1895, S. 644) konstatiert worden ist, nur bei sehr schnellem Temperaturwechsel. Zwischen der Temperatur, bei welcher Plasmastränge im allgemeinen nicht vorhanden sind, und der Temperatur,

bei welcher Wärmestarrheit eintritt, scheint die Anzahl der Plasmastränge in direkter Beziehung zur Temperatur zu stehen.

Bei abnorm hoher Temperatur treten, wie schon KLEMM (1895, S. 635) festgestellt hat, erhebliche Konfigurationsveränderungen nur bei plötzlicher Temperatursteigerung ein. Ähnliche Veränderungen kommen auch bei Einwirkung von Induktionsschlägen (KLEMM 1895, S. 651) und bei chemischen Reizen vor (S. 663), was darauf hinweist, dass diese Veränderungen nicht eine spezifische Wirkung der Wärme ist, sondern als die spezifische Wirkung des plötzlichen Wechsels der Temperatur, als eine Schreckwirkung aufzufassen sind.

Der Einfluss des Lichtes auf die Konfiguration des Protoplasmas hat der Verfasser nicht so eingehend untersuchen können, wie zu wünschen wäre. Der Verfasser hat aber festgestellt, dass bei plötzlicher Veränderung der Lichtintensität von verhältnismässig starkem Licht zu schwachem (bzw. Dunkelheit) keine sichtbaren Veränderungen in der Konfiguration des Protoplasmas stattfinden. Dagegen hat er bei Veränderung der Lichtintensität in der entgegengesetzten Richtung eine numerische Vermehrung der Anzahl der Plasmastränge feststellen können.

Bei Behandlung von Pflanzenzellen mit narkotisierenden Stoffen sind sehr durchgreifende Konfigurationsveränderungen konstatiert worden. Wenn Pflanzenzellen mit ziemlich starken Lösungen von Äther (2 %), Antipyrin (1 o. 2 %), Alkohol (7—5 %) oder Chloroform (gesätt. Lösung) behandelt wurden, wurden die Plasmastränge gewöhnlich in das Wandplasma eingezogen. Ausserdem hörte die Plasmaströmung im allgemeinen auf. Bei Verwendung schwächerer Lösungen konnte zuweilen eine Vermehrung von der numerischen Anzahl der Plasmastränge konstatiert werden, und die Plasmaströmung wurde dann auch lebhafter.

Auch bei Behandlung der Zellen mit einer gesätt. Lösung von Chinin, wurden die Plasmastränge oft, wenigstens teilweise, in das Wandplasma eingezogen. Oft fielen sie aber in runden Klumpen oder Ballen in der Weise auseinander, die BORESCH (1914) bei gewissen Moosarten beobachtet hat.

Schliesslich hat der Verfasser in diesem Teile auch über einige Untersuchungen über die bei Plasmolyse eintretenden Konfigurationsveränderungen des Protoplasmas einen Bericht erstattet. Nach älteren Untersuchungen (HOFMEISTER 1867, S. 57) werden die Plasmastränge bei Plasmolyse in das Wandplasma eingezogen. Es hat sich aber herausgestellt, dass dies nur bei Plasmolyse mit sehr konzentrierten Lösungen der Fall ist. Bei schwacher oder mässig starker Plasmolyse entwickelt sich dagegen sehr bald eine grosse Anzahl Stränge, die die Vakuole in allen Richtungen durchkreuzen. Schliesslich häuft sich aber das Cytoplasma um den Kern in der von KÜSTER (1910) beobachteten Weise an. Bei gewissen Pflanzen geschieht dies aber nach einer verhältnismässig kurzen Zeit, bei anderen zuerst nach Verlauf mehrerer Tage, und schliesslich in gewissen Fällen gar nicht.

Aus diesen Untersuchungen und besonders aus denjenigen, die das Verhalten der Plasmastränge bei verschiedenen Temperaturgraden und bei Narkos behandeln, geht also hervor, dass die erwähnte kompliziertere Anordnung des Protoplasmas in den

Pflanzenzellen nur unter günstigen äusseren Bedingungen vorkommt, wie auch bei Amöben und Myxomyceten der Fall ist. Die Annahme liegt ja demzufolge nahe, dass die Gegenwart von Plasmasträngen in einer Pflanzenzelle darauf deuten sollte, dass ein lebhafter Stoffwechsel in den Zellen stattfindet (Vgl. KLEMM, S. 677). Wird dieser unterdrückt, z. B. dadurch, dass die Zellen abnorm niedriger Temperatur oder stärkerer Narkose ausgesetzt werden, verschwinden die Stränge, und das Plasma nimmt die verhältnismässig einfache Gestalt an, in der es in Zellen, wo es Rotationsströmung gibt, unter normalen Umständen vorkommt.

Als Stütze seiner Annahme, dass die Gegenwart von Plasmasträngen auf einen lebhaften Stoffwechsel deutet, führt der Verfasser noch einige Beobachtungen an. Es hat sich z. B. herausgestellt, dass eine grosse Anzahl Plasmastränge in Zellen ausgebildet wird, in denen die Chromatophoren ergrünen, oder wo eine lebhafte Stärkebildung stattfindet.

Die in der Litteratur vorkommenden Angaben (DEHNECKE 1881, S. 12, HAUPTFLEISCH 1892, S. 193), dass Plasmastränge in lädierten Zellen entstehen, was vom Verfasser in mehreren Fällen bestätigt wird, deuten auch hierauf.



Litteratur.

- ALBRECHT, 1903, Experimentelle Untersuchungen über die Kernmembran. Beitr. z. path. Anat. Festschr. f. Bollinger.
- BECHHOLD, H., 1912, Die Kolloide in Biologie und Medizin. Dresden.
- BERTHOLD, G., 1886, Studien über Protoplasma-mechanik. Leipzig.
- BORESCH, K., 1914, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplasten-verlagerung bei *Funaria*. Zeitschr. f. Bot. Bd. 6.
- BOUIN, 1898, Sur la présence de filaments particuliers dans la protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire. Bibliographie anatomique. T. VI. Paris-Nancy. (Ref. Bot. Centralblatt. Bd 80, S. 225.)
- BRÜCKE, 1862, Das Verhalten der sogen. Protoplasmaströme etc. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Wien.
- DEHNECKE, C., 1881, Einige Beobachtungen über den Einfluss der Präparationsmethode auf die Bewegungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Flora, Bd. 64.
- EWART, A. J., 1903, On the Physics & Physiology of Protoplasmic Streaming in Plants. Oxford.
- FISCHER, A., 1899, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena.
- FLEMMING, W., 1879, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 16.
- FRANK, B., 1872, Ueber die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle, und deren innere und äussere Ursachen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 8.
- FROMMANN, C., 1880, Beobachtungen über Structur- und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzelle. Jena.
- HABERLANDT, G., 1887, Über die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena.
- , 1888, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen. Flora, Bd. 71.
- , 1901, Über fibrilläre Plasmastrukturen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 19.
- , 1909, Physiologische Pflanzenanatomie. 4 Auflage. Leipzig.
- HANSTEIN, J., 1870, Über die Bewegungserscheinungen des Zellkerns in ihren Beziehung zum Protoplasma. Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellschaft in Bonn.
- , 1887, Das Protoplasma. Heidelberg. 2 Aufl. (1 Aufl. 1880.)
- HARPER, R. A., 1897, Kernteilung und freie Zellbildung im *Ascus*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.
- HAUPTFLEISCH, P., 1892, Untersuchungen über die Strömung des Protoplasmas in behäuteten Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 24.
- HECHT, K., 1912, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Cohn's Beiträge. Bd. 11.
- HOFMEISTER, W., 1867, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig.
- JUEL, H. O., 1900, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35.
- KLEBS, G., 1888, Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Tübinger Untersuch. Bd. 2.
- KLEMM, P., 1895, Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 28.
- KLIECKER, J., 1892, Eine Methode zur Isolierung lebender Protoplasten. Öfversigt af Kongl Svenska Vet.-Akad:s Förhandl. Stockholm 1892.

- KNOLL, F., 1908, Über netzartige Protoplasma differenzierungen und Chloroplastenbewegung. Sitzungsab. der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Klasse; Bd. CXVII. Abt. I.
- KURZWELLY, W., 1902, Ueber die Widerstandsfähigkeit trockener pflanzlicher Organismen gegen giftige Stoffe. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 38.
- KÜHNE, W., 1864, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig.
- KÜSTER, E., 1910, Über Inhaltsverlagerungen in plasmolysierten Zellen. Flora, Bd. 100.
- LAGERHEIM, G. DE, 1899, Über ein neues Vorkommen von Vibrioiden in der Pflanzenzelle. Öfversikt af Kungl. Svenska Vet.-Ak:s Förhandl., 1899, Nr 6.
- LIDFORSS, B., 1908, Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Bd. 4, 2.
- LINSBAUER, R., und ABRANOWICZ, E., 1909, Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. Aus der Sitzungsab. der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien. Mathem.-Naturw. Klasse; Bd. CXVIII. Abt. I. Wien.
- LUNDEGÅRDH, H., 1910, Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen. Über Protoplasmastrukturen in Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 48.
- , 1912, Die Kernteilung bei höheren Organismen nach Untersuchungen an lebendem Material. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 51.
- MALTE, M. O., 1910, Embryologiska och cytologiska undersökningar öfver *Mercurialis Annu* L. Lund. Diss.
- , 1908, Om cellkärnans byggnad hos *Euphorbiace*erna. Bot. Notiser. Lund.
- METZNER, R., 1896, Beiträge zur Granulalehre. Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abt. (cit. efter Lundegårdh 1910).
- MIEHE, H., 1899, Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spaltöffnungen einiger Monokotylen. Bot. Centralbl. Bd. 78.
- MOHL, H. v., 1846, Ueber die Saftbewegung im Innern der Zelle. Bot. Zeit. Jahrg. 4.
- MOTTIER, 1898, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31.
- NEMEC, B., 1901, Die Reizleitung und die reizleitenden Structuren bei den Pflanzen. Jena.
- NOTHMANN-ZUCKERHANDL, H., 1915, Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Stahlenarten. Ber. d. Deutsch Bot. Ges., Bd. 33.
- PFEFFER, W., 1886—1888, Über Aufnahme von Anilinfarben in lebenden Zellen. Untersuchungen a. d. bot. Institut zu Tübingen. Bd. II.
- , 1890, Ein neuer heizbarer Objectisch etc. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, p. 434 ff.
- , 1897, Pflanzenphysiologie. Bd. 1. Leipzig.
- , 1904, Pflanzenphysiologie. Bd. 2. Leipzig.
- PRINGSHEIM, N., 1880, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 12.
- RETZIUS, G., 1881, Zur Kenntnis vom Bau des Zellkerns. Biolog. Untersuchungen, Jahrgang 1. (cit. efter Lundegårdh 1910).
- ROSEN, F., 1894, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen III. Cohns Beiträge. Bd. VII.
- RUNNSTRÖM, J., 1914, Études sur la Morphologie et la Physiologie cellulaires du développement de l'Oursin. Annales de L'institut océanographique. Tome VI—Fasc. V.
- SACHS, J., 1864, Ueber die obere Temperaturgrenze der Vegetation. Flora, Bd. 47.
- SCHLEIDEN, J., 1861, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 4 Aufl., Leipzig.
- SCHILLER, J., 1911, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 49.
- , 1909, Die Bedeutung des Kernes auf Grund neueren Untersuchungen. Jahresberichte der deutschen Staats-Oberrealschule in Triest. Schuljahr 1908—1909.
- , 1909, Über die Entstehung der Plastiden aus dem Zellkern. Österreich. bot. Zeitschr. 1909.
- SCHULTZE, M., 1863, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig.
- SCHWARZ, F., 1892, Die Morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. Cohns Beiträge. Bd. 5.
- STRASBURGER, E., 1893, Histologische Beiträge. Heft 5. Jena.

- STRASBURGER, 1897, Ueber Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. 30.
—, 1906, Die Ontogenie der Zelle seit 1875. *Progressus Rei Bot.*, Bd. 1, S. 1.
SWINGLE, W. T., 1898, Two new organs of the plant cell. *Botanical Gazette*, Vol. XXV.
TUNMANN, O., 1913, Pflanzenmikrochemie. Berlin.
UNGER, F., 1855, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien.
VERWORN, M., 1909, Allgemeine Physiologie. Jena.
WIGAND, A., 1885, Studien über die Protoplasma-Strömung in der Pflanzenzelle, *Botanische Hefte*.
Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg, Heft. 1. Marburg.
ZIMMERMAN, A., 1896, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jena.
ÅKERMAN, Å., 1914, Über die Konservierung plasmolysierter Protoplasten. *Bot Notiser*. Lund.
-

Rättelser.

- Fig. 1* (sid. 11): Cell från barkparenchymet med i vakuolen upphängd kärna, omgiven av cytoplasma.
Fig. 10 (sid. 19): Cellkärna från samma vävnad som i föregående figur.
-

